

Aspetti di conservazione e gestione

FABIO STOCH · DARIA VAGAGGINI

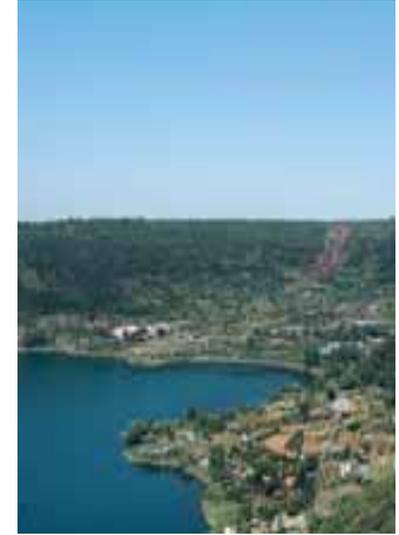
I laghi vulcanici, ecosistemi così complessi e di elevata valenza naturalistica, celano dietro un apparente stato di quiete, forse legato alle loro calme acque di antica genesi, tutta una serie di problemi che minano progressivamente i delicati equilibri che li sostengono.

È solo in tempi relativamente recenti, infatti, che l'uomo e le sue regole sociali hanno scoperto e cominciato a sfruttare in maniera incondizionata questi ambienti.

Nonostante le forme di protezione che nell'ultimo decennio sono state istituite per questi biotopi, gli specchi lacustri e le aree circostanti sono ancora soggette ad una gestione niente affatto eco-compatibile, in cui progressive e inarrestabili alterazioni del territorio vengono portate avanti con pesanti conseguenze sulla qualità delle acque e sull'integrità ecologica di questi bacini.

Le minacce provengono da diversi settori produttivi, quali ad esempio edilizia, agricoltura, zootecnia e turismo, che con il loro rapido sviluppo hanno modificato e stravolto le originarie vocazioni del territorio, alterando profondamente le zone litorali dei laghi e apportando consistenti carichi inquinanti nelle acque. I monitoraggi, ormai su serie di dati pluriennali, dimostrano nella maggior parte dei casi un progressivo peggioramento delle condizioni ambientali, con profonde alterazioni delle comunità biologiche a seguito di stress chimico-fisici (come eccesso di nutrienti e anossia).

Verranno di seguito illustrate le problematiche che interessano da vicino questi ambienti, con la speranza che in futuro la loro salvaguardia possa essere garantita attraverso politiche di gestione corrette e rispettose del patrimonio unico ed insostituibile che essi rappresentano per il nostro paese.



Lago di Nemi (Lazio)



Laghi di Nemi e Albano (Lazio) circondati da aree fortemente antropizzate

■ Antropizzazione delle rive

Molti bacini vulcanici, soprattutto quelli di maggiori dimensioni, hanno agglomerati urbani che insistono direttamente sulla fascia litorale (alcuni comuni arrivano fino a 20.000 abitanti). Nell'ultimo decennio l'espansione delle nuove costruzioni è stata ingente e molto spesso priva di piani regolatori efficienti nel garantire la salvaguardia delle aree limitrofe allo specchio lacustre. Nonostante poi la maggior parte dei laghi vulcanici sia oggetto di forme di tutela (parchi, SIC, ZPS) il problema dell'abusivismo edilizio non sembra sia stato ancora definitivamente risolto. Fortunatamente i reflui derivanti dai diversi insediamenti, nella maggior parte dei casi, sono stati raccolti in collettori che non scaricano all'interno dei bacini, ma si segnala la situazione del Lago Albano che, privo di anello fognario circumlacuale, accoglie ancora gli scarichi dei paesi, subendo ormai da diversi anni un insostenibile deterioramento della qualità delle acque. Un problema analogo si pone anche in alcuni bacini di dimensioni minori, che, pur non avendo paesi che gravitano nelle vicinanze, hanno strutture turistiche che scaricano direttamente i loro reflui, senza trattamenti adeguati, all'interno dei laghi.

Lì dove sono più limitati gli insediamenti urbani, si sviluppano lungo le rive dei laghi vulcanici estese superfici dedicate alla zootecnia e all'agricoltura. Tali attività, se non soggette a controllo, possono creare dei seri problemi di alterazione della qualità degli ambienti lacustri. In particolare, l'uso indiscriminato



Riduzione del canneto lungo le rive del Lago di Nemi (Lazio)

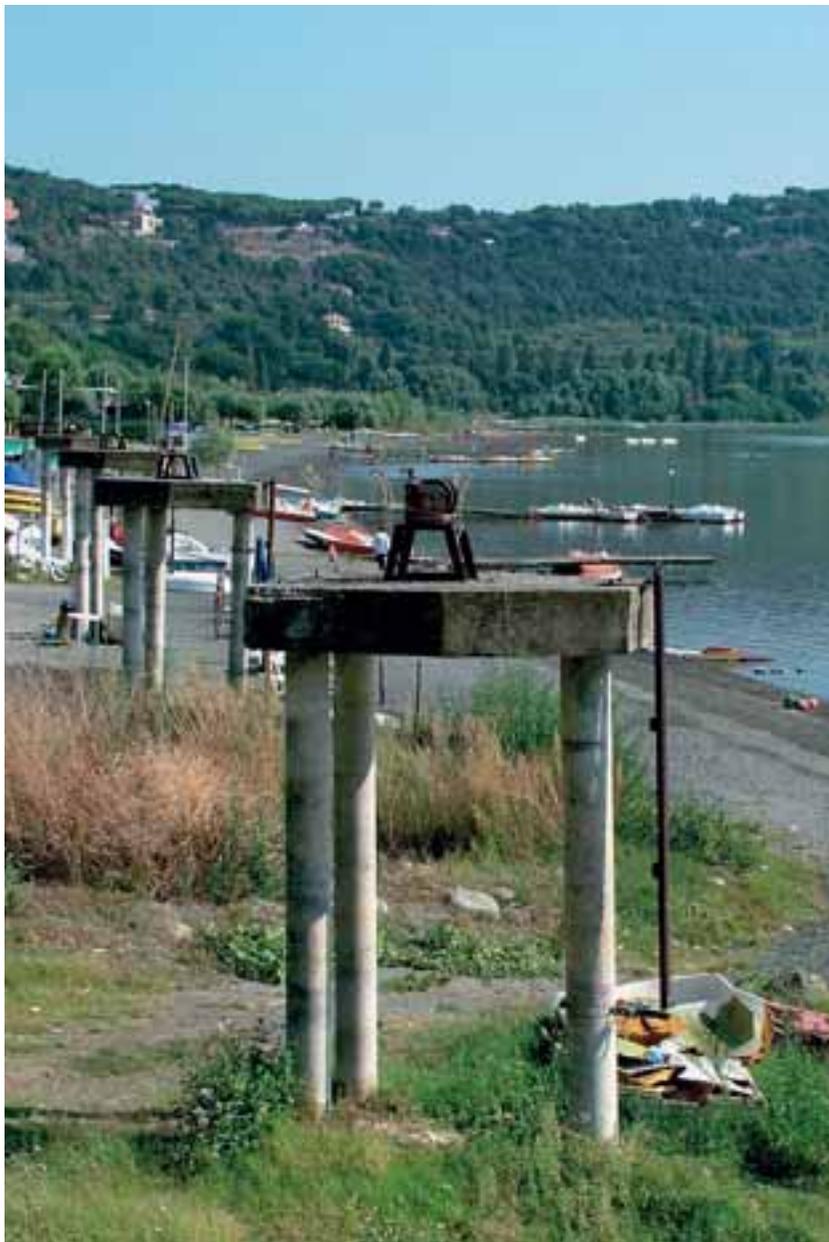
di prodotti fitosanitari e fertilizzanti può essere responsabile di gravi fenomeni di inquinamento; tali sostanze infatti, attraverso il ruscellamento o la penetrazione in falda, giungono direttamente nelle acque dei laghi. Se contengono nutrienti, quali fosforo e azoto, determinano un processo di eutrofizzazione, di cui si parlerà dettagliatamente in seguito; inoltre, prodotti fitosanitari con principi attivi bioaccumulabili possono, attraverso l'ingestione da parte degli organismi e fenomeni di biomagnificazione, raggiungere tutti i livelli della catena alimentare, creando profonde alterazioni nella dinamica delle popolazioni.

Un caso degno di nota è quello del Lago di Vico, che come la gran parte dei laghi italiani, ha subito negli anni '70 un drastico cambiamento nell'uso del suolo intorno al bacino, con una trasformazione dell'agricoltura tradizionale in sistemi di coltivazione intensiva; il lago è stato recentemente oggetto di un interessante studio da parte dell'Università della Tuscia.

Una stima dei seminativi (agricoltura estensiva) del 1954 è pari a 1064 ha che nel 1994 si sono ridotti a 177 ha, per lasciare il posto alle coltivazioni intensive di nocioleti che da 414 ha sono passate a 1235 ha. Tale cambiamento ha determinato e continua ad oggi a determinare un forte apporto di fosforo e azoto nelle acque, derivanti dalle operazioni di concimazione, e di pesticidi quali insetticidi (endosulfan, diazinone, carbaryl, lambda cialotrina), diserbanti (glufosinate e glyphosate) e fungicidi (iprodione e thiabendazole). Il lungo tempo di ricambio del bacino impedisce lo smaltimento di tali sostanze in tempi rapidi, con la conseguenza che nell'ultimo decennio il deteriora-



Stabilimenti balneari lungo le rive del Lago Albano (Lazio)



Diminuzione del livello delle acque del Lago Albano (Lazio): negli anni '50 le imbarcazioni per le gare sportive venivano attraccate alla sommità dei piloni in cemento

mento della qualità delle acque è stato progressivo. L'attività agricola, infatti, crea un inquinamento di tipo diffuso di difficile controllo poiché non esistono sorgenti puntuali; l'unica soluzione per limitare questo fenomeno è l'adozione di pratiche agricole ecocompatibili così come previsto dall'Unione Europea, compreso il mantenimento di una fascia litorale lacustre estesa ed integra che, attraverso la vegetazione, possa svolgere il ruolo di filtro per queste sostanze nocive.



Il porticciolo del Lago di Bolsena (Lazio)

Un ulteriore problema che interessa ormai la quasi totalità dei bacini vulcanici è lo sfruttamento delle rive per attività turistiche: l'affitto di ombrelloni, sdraio e imbarcazioni, durante il periodo estivo, è in netto aumento. Nell'ultimo decennio molti bacini, soprattutto i meno sfruttati, hanno subito tagli indiscriminati di zone di macchia o di canneto per adibire le aree ricavate a stabilimenti turistici. Le ripercussioni sull'ecosistema, derivanti da questi tagli di vegetazione ripariale, sono state molteplici. In primo luogo, come accennato nel capitolo Macrofite, il taglio della vegetazione autoctona ha generato una sostituzione a favore di specie invasive e opportuniste. Dal punto di vista faunistico, invece, alcune specie ittiche si sono viste private del loro habitat, con conseguente declino delle popolazioni; discorso analogo è valido per gli anfibi e i rettili che hanno assistito nel tempo ad una netta diminuzione delle aree idonee alla loro riproduzione.

Come per l'agricoltura, misure urgenti per un turismo ecocompatibile dovrebbero essere adottate, finalizzate al mantenimento della naturalità di questi ambienti, evitando quelle radicali trasformazioni che alla lunga, come dimostrano molte esperienze del nostro paese, si ripercuotono negativamente oltre che sull'ecosistema anche sull'economia dei luoghi.

■ Emungimenti

I bacini vulcanici costituiscono una riserva idrica indispensabile per il territorio che gravita intorno ad essi. Nonostante infatti le superfici non siano molto estese, le notevoli profondità garantiscono volumi d'acqua molto elevati. Seppure le acque di alcuni laghi vulcanici siano state sfruttate sin dal tempo dei Romani (ricordiamo l'Acqua Paola e l'Acquedotto allietino, che interessarono i laghi di Bracciano e Martignano), ed alcuni siano stati addirittura bonificati in epoca storica (vedi scheda a pag 22), il problema è drammaticamente peggiorato negli ultimi decenni. L'aumento del prelievo d'acqua è stato

senza dubbio determinato dalla già citata trasformazione dell'agricoltura tradizionale in agricoltura intensiva, con fabbisogno idrico notevolmente maggiore, e dall'aumento esponenziale della popolazione nei comuni che insistono su questi ambienti.

Solo per fare un esempio il volume stimato del Lago di Bracciano è pari a ben 5,05 km³. Il settore di attività che maggiormente beneficia del prelievo idrico è senza dubbio quello agricolo, a seguire la captazione degli acquedotti ed infine il settore zootecnico.

Per avere un'idea dell'entità dei prelievi, in questo bacino, sono stati recentemente riportati dall'ENEA dati sugli emungimenti nei diversi settori di attività di tutti i comuni del lago. La quantità d'acqua totale prelevata è pari a 16.418.728 m³/anno; in particolare, 10.938.520 m³/anno sono devoluti al settore agricolo (pari al 66,6% del totale), 5.330.102 m³/anno al prelievo degli acquedotti per il rifornimento dei comuni (pari al 32,4% del totale) e 150.106 m³/anno al settore zootecnico (pari all'1% del totale). A questo è necessario aggiungere i quasi 25.000.000 m³/anno (dati 2002) prelevati dall'ACEA per il rifornimento idrico della città di Roma e gli emungimenti da pozzi privati per altri usi, di cui è impossibile fare una stima in quanto molte strutture di captazione non sono regolarmente denunciate ed è noto, da studi condotti sul bilancio idrologico di questi bacini, che tale quantità prelevata abusivamente è piuttosto elevata. Da diverse fonti il quadro descritto è visto estremamente critico, poiché è stato dimostrato che attualmente gli



Il paese di Anguillara Sabazia sul Lago di Bracciano (Lazio)

apporti idrici derivanti dalle precipitazioni sono inferiori rispetto alla somma delle perdite d'acqua dovute all'evaporazione dalla superficie del bacino e agli emungimenti prima citati. Il risultato è che il livello del lago è sensibilmente diminuito. Una situazione analoga è purtroppo evidenziabile per la maggior parte dei bacini vulcanici sui quali insiste un intorno produttivo, demograficamente consistente.

A conferma di quanto esposto si riporta la situazione del Lago Albano: i dati pubblicati nel 1998 dalla Provincia di Roma evidenziano un sostanziale mantenimento del livello idrico nel periodo 1960-1980, mentre dal 1980 al 1996 si è verificato un calo delle acque di ben 160 cm. Per i 4 anni successivi (1996-2000) sono disponibili invece dati del WWF che evidenziano una perdita di livello di ulteriori 90 cm. Analogo discorso è valido per il Lago di Nemi per il quale la Provincia di Roma individua un mantenimento del livello dal 1960 al 1993, un drastico calo di 190 cm nel periodo 1993-1996 e un'ulteriore perdita, come denunciato dal WWF, di altri 50 cm nel quadriennio 1996-2000. Il trend evidenziato per i due bacini continua a tutt'oggi, dimostrando come, ancora una volta, per evitare la compromissione dei delicati equilibri di questi ecosistemi è indispensabile porre in atto misure per uno sviluppo sostenibile che mantenga i prelievi al di sotto della capacità portante di questi ambienti. Sono inoltre indispensabili monitoraggi regolari, per prevenire il superamento dei livelli di guardia, oltre i quali si va inevitabilmente incontro alla perdita della risorsa.



Opera di captazione idrica sul Lago di Bracciano (Lazio)



Serre lungo le rive del Lago di Nemi (Lazio)

■ Eutrofizzazione

Diverse sono le definizioni di eutrofizzazione; tra le prime, ma ancora attuale, si ricorda quella dell'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) degli anni '70: "l'eutrofizzazione è un arricchimento delle acque di sali nutritivi che provoca cambiamenti tipici quali l'incremento della produzione di alghe e piante acquatiche, l'impoverimento delle risorse ittiche, la generale degradazione della qualità dell'acqua ed altri effetti che ne riducono e precludono l'uso".

Quando l'eutrofizzazione è di origine antropica (o anche detta "culturale") è un fenomeno molto rapido e reversibile se opportunamente trattato, a differenza dell'eutrofizzazione naturale che richiede tempi molto più lunghi ed è talora irreversibile.

Le cause dell'eutrofizzazione antropica, come detto in precedenza, sono essenzialmente l'uso di fertilizzanti agricoli, gli scarichi urbani, industriali e zootecnici che, confluendo nelle acque lacustri, apportano un eccessivo input di nutrienti. L'effetto di una esasperata immissione di queste sostanze provoca un eccesso di produttività primaria ed una elevata riproduzione algale. L'abbondante biomassa fitoplanctonica che si crea è maggiore rispetto alla capacità di utilizzo da parte degli organismi erbivori. L'eccesso di produzione non più controllato dalla catena da pascolo viene trasferito così alla catena del detrito, causando anossia negli strati più profondi del bacino. I microrganismi infatti decomponendo, mediante processi aerobici, la biomassa algale in eccesso consumano l'ossigeno; quando quest'ultimo non è più disponibile la degradazione avviene a carico di processi anaerobici, che liberano nelle acque composti tossici (es. H_2S).

I corpi idrici in questa situazione presentano, inoltre, formazioni di schiume algali o tappeti di alghe flottanti e netta diminuzione della trasparenza. Il danno alla vita acquatica può manifestarsi in modo diretto attraverso morie ittiche oppure indirettamente attraverso una lenta modifica della struttura delle comunità, con comparsa di specie più tolleranti e scomparsa delle specie sensibili. Ovviamente l'eutrofizzazione compromette anche gli eventuali usi della risorsa idrica, come ad esempio quello potabile e ricreativo.



Il piccolo bacino eutrofico di Monterosi (Lazio)

Il Lago di Nemi, situato nel complesso vulcanico dei Colli Albani, è un bacino profondo circa 34 m con superficie pari a 1,6 km² e tempo di ricambio stimato in circa 15 anni. Negli ultimi trent'anni il bacino lacustre ha subito profondi cambiamenti dal punto di vista trofico, soprattutto in seguito a impatti ed interventi antropici che hanno pesantemente modificato gli equilibri dei diversi comparti ecosistemici.

Negli anni '60 il lago si presentava in buone condizioni con comunità biologiche diversificate ed elevati livelli di ossigenazione delle acque. La situazione cominciò a peggiorare negli anni '70; in questo periodo infatti proliferarono scarichi puntiformi e diffusi, derivanti da attività antropiche, che si riversavano direttamente nelle acque del lago. Già agli inizi degli anni '80 un monitoraggio fisico, chimico e biologico mostrò un forte deterioramento del-

la qualità ambientale. Una grave deossigenazione interessava la zona profonda del bacino, i nutrienti (fosforo e azoto) presentavano concentrazioni molto elevate che favorivano lo sviluppo di un'ingente biomassa algale. Tutti i popolamenti, sia animali che vegetali, si concentravano nei primi metri di profondità, è ciò avveniva anche in conseguenza della scarsa trasparenza delle acque.

All'interno delle comunità si assisteva al netto predominio da parte di alcune specie o gruppi (come i cianobatteri) che in determinati periodi dell'anno andavano incontro a fioriture eccezionali.

Da segnalare, inoltre, il verificarsi di estese morie di coregoni, la presenza di molti planctoni parassitati da funghi e da alghe epizoiche e il popolamento bentonico estremamente ridotto.

Preso atto di una situazione insosteni-

bile le amministrazioni locali provvedettero nei primi anni '90 a convogliare tutti gli scarichi in un collettore circumlacuale e a deviarli al di fuori del bacino. Un monitoraggio effettuato dall'Università "La Sapienza" di Roma, a circa 10 anni di distanza dall'intervento, ha evidenziato una situazione nettamente migliorata: il carico di nutrienti è diminuito, la trasparenza è aumentata, permettendo alla luce di raggiungere il metalimnio.

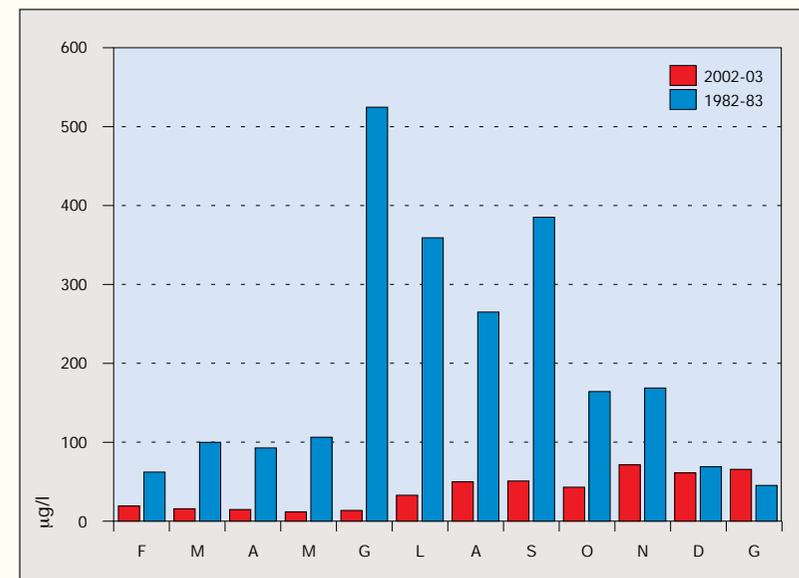
Questa situazione ha favorito il cambiamento della composizione delle ceneri algali, con lo sviluppo di *Planktothrix*, tipica specie metalimnetica (si veda il capitolo Fitoplancton). Contemporaneamente sono aumentati i livelli di ossigenazione, le comunità zooplanctoniche ed in parte quelle zoobentoniche sono risultate più diversificate e un miglior stato di salute caratterizza le popolazioni di coregone.

Nonostante questi elementi positivi il lago è classificabile ancora come eutrofico e i suoi equilibri sono tutt'oggi fortemente instabili; questo è causato soprattutto del massiccio utilizzo di fertilizzanti nelle aree agricole lungo le rive, che dilavando continuamente nelle acque apportano ancora quantità consistenti di nutrienti. Tale esperienza insegna che è indispensabile prevenire l'inquinamento di questi bacini effettuando monitoraggi periodici e adottando corrette misure dal punto di vista gestionale.

Lì dove le situazioni si rivelano già critiche un costante controllo ed un tempismo negli interventi sono fondamentali per avviare il risanamento, che avrà un esito soddisfacente solamente se verranno individuate e controllate tutte le pressioni antropiche che hanno un impatto sulla qualità dell'ambiente acquatico.



Effetti dell'eutrofizzazione lungo le rive



Concentrazioni mensili medie di fosforo lungo la colonna d'acqua nei periodi 1982-83 e 2002-03

Problemi di eutrofizzazione si pongono purtroppo per buona parte delle acque interne del nostro paese, senza esclusione dei laghi vulcanici come già accennato nei capitoli precedenti. Al momento attuale tre bacini, Vico, Albano e Nemi, presentano situazioni allarmanti, da quanto è emerso sia dai monitoraggi effettuati sui nutrienti che dalle stime degli indicatori biologici. Per il Lago di Vico una ricerca condotta alla fine degli anni '80 dall'Università "La Sapienza" di Roma dimostra una progressiva eutrofizzazione della zona profonda del bacino dovuta essenzialmente, come già ricordato, all'utilizzo di fertilizzanti per i nocioleti. Una riduzione dell'ossigeno sul fondo e una colonizzazione progressiva da parte di specie bentoniche, molto tolleranti a fenomeni di stress, sono stati i primi sintomi di un deterioramento della qualità ambientale; si affianca a questo la scomparsa di un copepode pelagico, filtratore di fitoplancton. Considerando che non sono state poste in atto misure per limitare l'apporto di nutrienti nelle acque è presumibile che permanga a tutt'oggi l'inquinamento del bacino, nonostante le potenzialità di recupero di questo ecosistema siano elevate, vista la buona naturalità della cintura vegetazionale (vedi capitolo Macrofite).

Per il Lago Albano dati recenti dell'IRSA (2000) per i nutrienti rivelano concentrazioni di fosforo totale di 348 µg/l e di azoto totale di 2420 µg/l nella zona profonda del bacino, valori che indicano una condizione di forte eutrofia, soprattutto dovuta all'azoto per il già ricordato problema della mancanza di un collettore degli scarichi civili, che determina un apporto eccessivo di sostanze



Area ad utilizzo agricolo lungo il Lago di Nemi (Lazio)

organiche nelle acque. La zona di fondo sembra essere quella più compromessa, anche a causa di uno stato di meromissi pluriennale, che determina un depauperamento della fauna con l'aumentare della profondità (fino alla sua scomparsa negli ultimi 50 m). Analisi microbiologiche hanno rilevato, inoltre, la presenza di spore di clostridi e, in alcuni periodi dell'anno, di fioriture di cianobatteri (soprattutto *Planktotrix rubescens*).

Per l'evoluzione trofica del Lago di Nemi si rimanda alla apposita scheda.

Il quadro descritto per i tre bacini è estremamente preoccupante, soprattutto per il fatto che esiste una progressività che determina un peggioramento dello stato di qualità di questi ambienti in tempi molto rapidi. Come già detto, l'intervento sul Lago di Nemi ha migliorato le condizioni del bacino rispetto a vent'anni fa; nonostante ciò i continui apporti di fertilizzanti agricoli rendono impossibile l'uscita del bacino dalle condizioni di eutrofia. Per gli altri due invasi sono indispensabili allo stesso modo misure di controllo dei fertilizzanti, ma in particolar modo per il Lago Albano il controllo degli scarichi.

Quanto evidenziato per i bacini citati costituisce una seria minaccia anche per i laghi vulcanici in migliori condizioni (come ad esempio Bolsena e Bracciano, che sono quelli di maggiori dimensioni), dove dovranno essere controllate e ridotte le pressioni antropiche al fine di evitare uno scadimento della qualità delle acque. Se non si adotteranno in un immediato futuro misure corrette a livello gestionale, il rischio di distruggere interi ecosistemi e di perdere completamente la fruibilità di questi ambienti diventerà un'ineluttabile certezza.



Nocioleti lungo le rive del Lago di Vico (Lazio)

■ Pressione alieutica

I popolamenti ittici dei laghi qui trattati sono da sempre oggetto di attività alieutica esercitata sul piano professionale e mirata al prelievo delle specie commerciabili di maggior pregio. Successivamente, negli ultimi decenni, parallelamente allo svilupparsi di una forte domanda ricreativa, ha assunto una certa importanza l'esercizio della pesca sportiva, che in termini di specializzazione tecnologica e di diffusione di massa esercita certamente un considerevole impatto sulla fauna ittica.

Le specie maggiormente ricercate dai pescatori professionisti nell'ambito degli ambienti vulcanici, e sulle quali si incentrano spesso le problematiche relative alla tutela e conservazione degli stock autoctoni, sono in sostanza quelle catturabili con i metodi illustrati precedentemente (vedi scheda a pagg. 104-105), e cioè il coregone (specie esotica introdotta in Italia centrale all'inizio del XX secolo e ormai ampiamente naturalizzata nella maggior parte dei bacini qui considerati), il latterino, l'anguilla, il luccio, il persico reale, la tinca e la carpa. L'ordine di elencazione corrisponde anche alla scala di gradimento di queste specie sul mercato che, tranne pochissime eccezioni, è di dimensione locale, e prevede cioè il consumo del pescato nei territori immediatamente circostanti l'ambiente di prelievo. Il tipo di attrezzi impiegato, la contrazione numerica degli addetti al settore (poche decine di licenze nel complesso di tutti i bacini qui considerati, corrispondenti per lo più a famiglie interamente impegnate nell'at-



Carpa a specchi (*Cyprinus carpio*)

tività), la mancanza di veri e propri centri di raccolta del pescato, rendono questo tipo di professione paragonabile alla pesca artigianale (o "piccola pesca") esercitata nelle acque marine, le cui principali caratteristiche sono appunto l'estrema selettività e la difficoltà di quantificazione del pescato, che sfugge facilmente alle statistiche.

Generalmente, nei laghi in cui è presente una attività di pesca professiona-



Lago di Martignano (Lazio)

le, da molti anni esiste anche una attività ittiogenica di supporto, promossa e finanziata dagli enti locali responsabili della gestione del patrimonio ittico, e realizzata in collaborazione con i concessionari dei diritti esclusivi di pesca (es. laghi di Nemi e di Vico), con le cooperative di pescatori (es. Lago di Bolsena) o con i singoli titolari delle licenze (es. laghi di Bracciano e Martignano), che si premurano di fornire agli incubatoi competenti territorialmente il materiale riproduttivo (riproduttori in fase di avanzata maturazione o uova già fecondate, raccolte direttamente in natura o ottenute tramite premitura dei riproduttori maturi), da avviare poi al ripopolamento. Tale esercizio in generale garantisce la ricostituzione dello stock ittico e quindi il mantenimento di rese dell'attività di pesca che, pur remunerative, non intacchino sensibilmente il patrimonio naturale.

Un potenziale pericolo di questo tipo di attività risiede principalmente nel rischio di inquinamento genetico degli stock, in particolare in quegli anni in cui le necessità di ripopolamento non vengono soddisfatte dalla produzione locale, e devono essere integrate dall'apporto di materiale di provenienza alloctona, spesso poco controllato e selezionato.

Un ulteriore rischio, sempre riferito al periodo riproduttivo, risiede nella pesca di frodo esercitata in questi frangenti, quando esemplari di cospicue dimensioni (come i lucci) si riuniscono, in quantità anche molto consistenti, in habitat litorali spesso facilmente accessibili, dove possono essere abusivamente catturati con grave danno allo stock dei riproduttori delle specie interessate.

Con riferimento alla pesca sportiva, abbiamo accennato a come questa sia divenuta un fenomeno di massa negli ultimi decenni (alcuni milioni di tesserati in Italia) e a come l'evoluzione delle tecniche e dei materiali impiegati abbia reso notevolmente impattante una attività non condotta sul piano professionale ed indirizzata eminentemente agli individui di cospicue dimensioni appartenenti a specie a grande accrescimento, quali il luccio, il persico trota e, tra i non predatori, la carpa. Non esistono purtroppo al momento statistiche attendibili che consentano di valutare, anche approssimativamente, l'incidenza del fenomeno sportivo sulla condizione dei popolamenti ittici dei laghi vulcanici.

L'acqua e i vulcani hanno segnato anche la storia ancestrale della città di Roma, nella quale miti e leggende si confondono con gli elementi della natura. In particolare nel settore sulla riva sinistra (quello dei Sette Colli), l'acqua ha svolto un ruolo fondamentale nella modellazione definitiva del paesaggio.

Tutti i corsi d'acqua che confluivano nel Tevere provenendo dai rilievi dei Colli Albani erano caratterizzati da depositi limosi ricchi di minerali vulcanici, provenienti dall'erosione delle grandi, improvvise esondazioni che hanno caratterizzato il Lago Albano almeno sino al IV secolo a.C. È in questo periodo che, a seguito dell'esondazione del lago avvenuta durante l'assedio dei Romani a Vejo (398 a.C.), fu realizzato un tunnel drenante lungo circa 1200 m (394 a.C.) che da allora è in grado di mantenere il livello del lago a circa 70 m dalla soglia più bassa del cratere. Tito Livio, Plutarco, Dionigi d'Alicarnasso, Germanico e altri scrittori e storici romani e greci avevano tramandato l'eco di quegli eventi catastrofici.

Nel XIX secolo, geologi e archeologi hanno trovato resti archeologici sepolti da depositi di età recente, accumulati in più strati, che si possono seguire sul terreno a partire dal bordo del lago fino alla piana di Ciampino.

Geologi e archeologi contemporanei hanno recentemente individuato un'impressionante quantità di evidenze paleontologiche, archeologiche e geologiche che confermano i dati e le indicazioni che ci sono state trasmesse dagli antichi.

La novità emersa in questi ultimi anni è che tali prove non si trovano solo lungo i fianchi del cratere di Albano, ma anche nella pianura sottostante che si estende sino all'interno del Grande Raccordo Anulare, a ridosso della città. Tale pianura fu chiamata dagli autori del XIX secolo "Tavolato" e su di essa i Romani hanno impostato l'ultimo tratto

dei grandi acquedotti che raggiungono la città, mentre i contemporanei hanno realizzato un ippodromo (delle Capannelle) e un aeroporto (di Ciampino), sfruttando, gli uni come gli altri, l'unica morfologia piatta e regolare della Campagna Romana.



La galleria di scarico realizzata dai Romani nel 394 a.C per regolare il livello del Lago Albano

Il motore principale delle esondazioni improvvise del Lago Albano va cercato nella sovrassaturazione in anidride carbonica delle sue acque profonde e nei moti convettivi delle acque conseguenti al rigonfiamento del lago.

Erano eventi simili a quello osservato di recente nel Lago Nyos, in Camerun, che presenta molte analogie con il Lago Albano e che, nel 1986, ebbe una crescita improvvisa del livello delle acque fino a un loro catastrofico river-

samento nelle valli e nelle pianure sottostanti.

Ma vi sono ancora evidenze della presenza di anidride carbonica nei Colli Albani? Ebbene, tra la zona delle Acque Albule, la fascia compresa tra Capannelle e Ciampino e quella che si

estende tra la Solforata di Ardea e Trigatoria vi è ancora oggi un'impressionante frequenza di manifestazioni idrotermali fredde ricchissime di gas che, nell'insieme, sono comparabili con quelle collegate ad altri celebri vulcani attivi d'Italia.



La mappa di Sickler del 1832 con l'area dei Colli Albani a Sud di Roma

Aironi cenerino (*Ardea cinerea*)

■ Legislazione e regime di protezione

Fino ad oggi il D.Lgs. 152/99 e successive modifiche e integrazioni (s.m.i.) è stato lo strumento nazionale per la tutela e il monitoraggio delle acque; il recente recepimento però della Direttiva Acque (2000/60/CE), all'interno di un nuovo testo unico sull'ambiente (D.Lgs. 152/06), porterà nei prossimi anni a notevoli modifiche nell'ambito del monitoraggio e della gestione e tutela delle acque interne. Sulla base del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. i laghi vulcanici, in qualità di "corpi idrici significativi", sono stati sino ad ora sottoposti a

monitoraggi semestrali. I parametri considerati in queste indagini sono stati: trasparenza delle acque, ossigeno ipolimnico, clorofilla a e fosforo totale. In base ai loro valori sono distinte 5 classi di qualità ecologica, da 1 a 5, corrispondenti alla qualità elevata, buona, sufficiente, scadente e pessima. Seguendo la Direttiva Acque, lo stato ecologico di un lago deve venir stimato utilizzando principalmente lo stato della comunità fitoplanctonica, delle macrofite, dei macroinvertebrati e della fauna ittica. A questi parametri si aggiungono elementi di qualità idromorfologica e chimico-fisica. La novità che emerge dunque dalla Direttiva Acque è la centralità dell'aspetto biologico nella valutazione della qualità ambientale.

Un altro problema che riguarda molto da vicino i bacini vulcanici è quello della presenza di sostanze pericolose (idrocarburi policiclici aromatici, prodotti fitosanitari e altri); gli obiettivi di qualità introdotti dal D.Lgs. 152/99 e fissati dal D.M. 6 novembre 2003 n° 367 introducono il monitoraggio di dette sostanze e stabiliscono il raggiungimento di alcuni standard di qualità entro il 2008 e il 2015.

All'interno dei "corpi idrici significativi", la normativa distingue le acque a specifica destinazione funzionale, cioè, per quanto concerne i laghi, acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile ed acque destinate alla balneazione.

Per la prima categoria, in cui ad esempio è inseribile il Lago di Bracciano, le norme portano all'individuazione della possibile utilizzazione dell'acqua a scopo potabile e del tipo di trattamento (chimico-fisico-biologico) che la stessa deve subire, ovviamente a ciò si aggiunge uno specifico decreto che fissa i limiti per alcuni parametri per le acque avviate alla distribuzione (D.Lgs. 31/01). La maggior parte dei bacini vulcanici sono balneabili ed una tale fruizione viene concessa previo monitoraggio bimensile effettuato dalle autorità competen-

Raganella italiana (*Hyla intermedia*)

ti ai sensi del D.P.R. 470/82 e s.m.i., che stabilisce 12 parametri chimico-fisici e microbiologici con i relativi valori di conformità.

L'importanza dei laghi vulcanici, nell'ambito del patrimonio naturale della nostra penisola, è evidente anche dal regime di protezione che li caratterizza. Praticamente tutti, tranne i laghi di Nemi e Martignano, sono Siti di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE). Tale denominazione si riferisce a siti che contribuiscono a mantenere un habitat o una specie di interesse comunitario (riportate in appositi allegati) in uno "stato di conservazione soddisfacente". Si tratta di habitat a rischio o caratterizzanti una regione biogeografica e di specie in pericolo, vulnerabili, rare o endemiche, per i quali è necessaria l'istituzione di questi siti ai fini della loro tutela.

Numerose sono nei laghi vulcanici le specie di interesse comunitario per le quali è prevista l'istituzione di SIC (allegato II della Direttiva); basti ricordare: tra le libellule *Cordulegaster trinacriae*, specie endemica italiana; tra i pesci il cobite comune, il barbo, la lasca, la rovello, il ghiozzetto padano e il ghiozzetto di laguna, questi ultimi due endemici italiani; tra gli anfibi il tritone crestato italiano; tra i rettili la testuggine palustre; tra i mammiferi il vespertilio di Capacini, che frequenta regolarmente queste aree.

La legge prevede inoltre per alcune specie (allegato IV della Direttiva Habitat, così come recepito nell'allegato C del D.P.R. 357/97 e s.m.i.) un rigoroso regime di tutela, che ne vieta la raccolta, la detenzione, l'uccisione nonché la distruzione o il danneggiamento dei siti di sosta e di riproduzione. Tra queste



Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

assumono particolare rilievo la libellula *Cordulegaster trinacriae*, il rospo smeraldino, la raganella italiana, il tritone crestato italiano, la testuggine palustre e la totalità dei pipistrelli. Infine nell'allegato V la Direttiva Habitat riporta le specie che devono essere soggette a regolamentazione del prelievo; tra queste il barbo e la puzza. Nell'allegato V sono citate anche l'alosa ed il coregone, ma queste specie sono da ritenersi aliene in Italia.

Il grave problema delle specie aliene (cioè non autoctone) è affrontato dal

D.P.R. 357/97, recepimento della Direttiva Habitat, ed in particolare dall'articolo 12 del D.P.R. 120/03 (modifica ed integrazione del precedente), che recita testualmente al comma 3 "Sono vietate la reintroduzione, l'introduzione e il ripopolamento in natura di specie e popolazioni non autoctone". Ne consegue che l'introduzione di tutte le specie aliene di pesci, che in numero stanno ormai sorpassando quelle autoctone con gravi danni agli ecosistemi lacustri e sconvolgimento della catena alimentare, nonché quelle di altri gruppi (come il gambero rosso della Louisiana e la nutria) sono vietate dalla legge. Rimane il problema che per specie di grande interesse alieno (soprattutto coregone), questo divieto è rimasto di fatto inapplicato; per le sole specie introdotte da moltissimo tempo, naturalizzate e di grande rilievo per l'economia locale, sono attualmente allo studio misure legislative appropriate volte a regolamentarne le immissioni nel rispetto della tutela dell'ambiente.

Tutti i bacini vulcanici di maggiori dimensioni rientrano inoltre nel regime di protezione della Direttiva Uccelli (79/409/CEE) recepita in Italia con la Legge 11 febbraio 1992 n° 157, sono cioè classificati come Zone di Protezione Speciale (ZPS). Tali aree sono destinate alla conservazione specifica dell'avifauna minacciata o caratteristica di habitat a rischio di gravi modificazioni antropiche. Le specie degli allegati della Direttiva Uccelli che frequentano i laghi vulcanici sono numerosissime.

Ad ulteriore tutela di questi biotopi sono stati infine istituiti alcuni parchi regionali e riserve naturali (ad esempio Bracciano-Martignano, Albano-Nemi, Vico), ai sensi della Legge 6 dicembre 1991 n° 394. L'importanza di tali aree è notevole in quanto la protezione anche delle zone circostanti lo specchio lacustre, se effettuata in una fascia piuttosto ampia e adeguatamente gestita, dovrebbe garantire una riduzione delle pressioni antropiche sui bacini ed una migliore salvaguardia dei loro equilibri naturali.



Nutria (*Myocastor coypus*)

Proposte didattiche

MARCO SEMINARA

■ Limnologia pratica

- **Obiettivi:** studio del concetto di evoluzione naturale dei laghi; il lago come fenomeno geologico transitorio; processi di eutrofizzazione naturale e accelerata (culturale); principi e metodi per la valutazione dello stato trofico di un lago; realizzazione pratica di uno o più strumenti impiegati in limnologia.
- **Livello:** studenti di scuola media inferiore e superiore (12-18 anni).
- **Collaborazione richiesta:** un biologo o un naturalista con competenze in campo limnologico.
- **Attrezzatura:** materiale bibliografico e iconografico sul fenomeno dell'eutrofizzazione, cause ed effetti; documentazione relativa alla strumentazione necessaria a condurre campionamenti limnologici (rilevamento di parametri fisico-chimici, monitoraggio delle comunità vegetali e animali lacustri); termometro a pozzetto, kit per la misurazione della concentrazione di fosfati e nitrati nelle acque (disponibili quelli per acquariologia), se disponibili sonde da campo (pHmetro, conduttimetro, misuratore di ossigeno disciolto). Materiale necessario alla costruzione di uno o più strumenti limnologici (definiti di seguito). Per le analisi di laboratorio, un microscopio stereoscopico e possibilmente un microscopio ottico, capsule di vetro per l'esame del materiale, vetrini e semplice attrezzatura da microscopia (vetrini porta- e coprioggetto, aghi, pinzette, glicerina). Eventuali chiavi di determinazione per lo zooplancton.



La riva sabbioso-limosa del Lago di Vico (Lazio)

FASE PRELIMINARE

1. Introduzione relativa al concetto di evoluzione naturale dei laghi; l'eutrofizzazione come fenomeno legato alla pressione antropica e agli usi molteplici della risorsa acqua.
2. Approfondimento sui fattori che regolano il processo (cicli biogeochimici dell'azoto e del fosforo, luce, movimenti delle acque e tempi di ricambio).

Lago di Bracciano (Lazio)



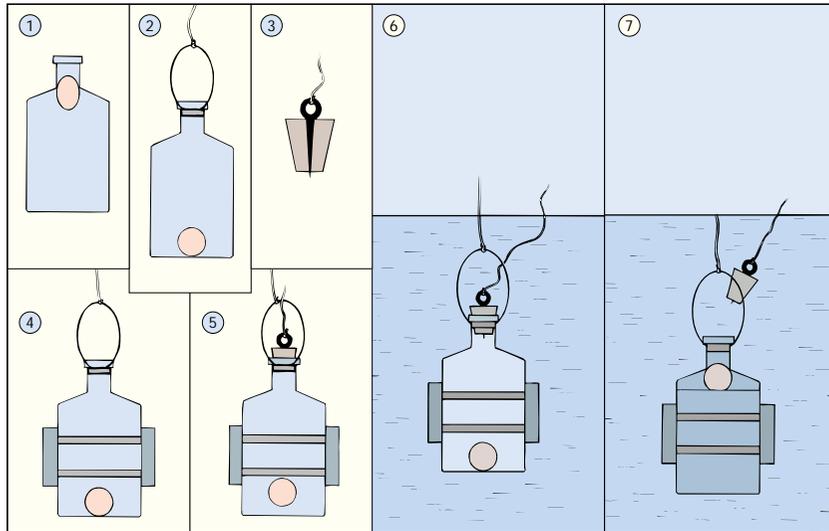
3. Metodi di indagine e criteri di valutazione dell'eutrofizzazione.
4. Individuazione di un bacino lacustre sufficientemente profondo ove sia possibile organizzare uscite su imbarcazioni allo scopo di rilevare alcuni parametri connessi allo stato di salute del lago e effettuare campionamenti su comunità biologiche.
5. Raccolta di materiale bibliografico sul bacino in questione, compresi dati sulle comunità acquatiche.
6. Individuazione di uno o più strumenti di prelievo da realizzare praticamente, previo reperimento del materiale necessario.

COSTRUZIONE DI UNA BOTTIGLIA A CHIUSURA

Scopo: la bottiglia a chiusura serve per prelevare da differenti profondità acqua per le analisi chimico-fisiche e biologiche, ad esempio in estate sopra e sotto il termoclinio.

Materiale necessario: Bottiglia in vetro (2 litri), tappo in silicone, vite ad occhiello, sagole (una di circa 4 mm di diametro, metrata, ed una più sottile), una pallina di gomma (è importante che sia galleggiante) di diametro di poco superiore a quello della bocca della bottiglia, piombo per appesantire la bottiglia, fascette (metalliche o plastiche) di misura adatta, filo di ferro rivestito. Assemblare il tutto secondo lo schema riportato nel disegno.

1. Dopo averla scaldata per ammorbidirla, inserire a forza la pallina di gomma nella bottiglia, fino a farle superare la strettoia del collo.



Assemblaggio e uso di una bottiglia a chiusura (i numeri fanno riferimento al testo)

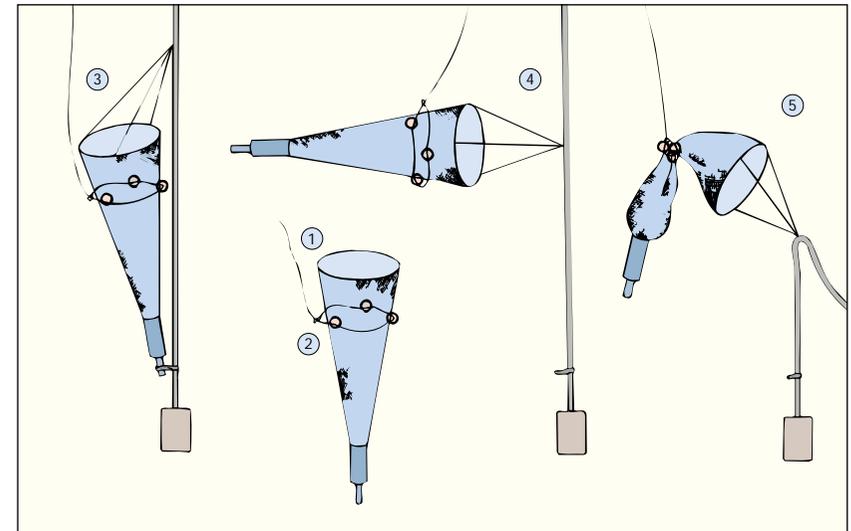
2. Con una fascetta metallica di tipo idraulico assicurare un occhiello di filo di ferro rivestito al collo della bottiglia per ancorarvi poi la sagola metrata.
3. Inserire, avvitando, la vite ad occhiello nel tappo di silicone, assicurandovi poi la sagola sottile.
4. Assicurare al corpo della bottiglia il piombo in quantità adeguata ad assicurarne l'affondamento da vuota.
5. "Caricare" la bottiglia tappandola senza troppa forza.
6. Calare la bottiglia in profondità misurando quest'ultima sulla sagola metrata, avendo cura di lasciare in bando la sagolina del tappo.
7. Tirare con forza la sagolina del tappo per stappare la bottiglia e consentire all'acqua di riempirla.
8. Salpare lentamente la bottiglia: l'acqua campionata è quella della profondità prescelta.

COSTRUZIONE DI UN RETINO A STROZZO

Scopo: il retino a "strozzo" serve per prelevare da differenti profondità campioni di plancton; le profondità di prelievo saranno in relazione alla profondità massima del lago e alla trasparenza delle sue acque.

Materiale necessario: retino da plancton, sagola, 3 anelli portachiaavi in acciaio, filo di seta per cucire, 1,5 metri di catena (diametro 4 mm), piombo (1-2 kg), elastici.

Assemblare il tutto secondo lo schema riportato nel disegno.



Realizzazione e funzionamento di un retino da plancton (i numeri fanno riferimento al testo)



Retino da plancton

1. Cucire i tre anellini intorno al retino, a 120° uno dall'altro, a circa un terzo della lunghezza del retino a partire dalla bocca.
2. Passare un capo della sagola attraverso gli anelli, fino a circondare il retino con un cappio costituito dalla sagola stessa.
3. "Caricare" il retino (punto 2), avendo cura di assicurare alla catena con un elastico il beccuccio del retino, ben steso in verticale.
4. Calando lentamente la sagola metrata, portare il retino alla profondità voluta: qui, con un leggero strattone alla sagola dello strozzo, liberare il beccuccio per far sì che il retino si ponga in posizione orizzontale per effetto del moto.
5. Percorso il tragitto prestabilito, salpare il retino con la sagola dello strozzo, impedendogli così di raccogliere altro plancton, da profondità diverse da quella prescelta, strada facendo.
6. Ricaricare il retino e ripetere l'operazione ad un'altra profondità.



Disco di Secchi

COSTRUZIONE DI UN DISCO DI SECCHI

Scopo: il disco di Secchi serve per misurare la trasparenza dell'acqua di un lago.

Materiale necessario: disco di lamiera metallica del diametro di circa 20 cm, sagola metrata, anello portachiavi in acciaio.

1. Dipingere una faccia del disco di bianco ed una di nero (utilizzare colori acrilici resistenti all'acqua).
2. Realizzare tre fori equidistanti lungo la circonferenza del disco, ai quali assicurare tre pezzi di sagola
3. Riunire i capi dei tre pezzi in un anellino metallico.
4. Assicurarne un capo della sagola metrata all'anello.
5. Calare nell'acqua lentamente il disco con il lato bianco rivolto verso la superficie fino a quando non si scorge più.
6. Ritirare il disco sino a quando si scorge nuovamente.
7. La media aritmetica tra la profondità a cui il disco scompare e quella a cui ricompare ci dà la misura della trasparenza.

In alcune condizioni di illuminazione può essere conveniente usare il disco nero. L'operazione di cui al punto 6 va eseguita all'ombra per evitare i riflessi solari sul disco bianco.

ESCURSIONI

1. Escursione con un collaboratore esperto al lago prescelto, da condurre preferibilmente in estate (fine maggio-giugno o settembre per le scuole), periodo di stratificazione termica.
2. Rilevamento della temperatura alle diverse profondità mediante termometro a pozzetto.
3. Prelievo di acqua vicino al fondo e in superficie.
4. Misurazione della trasparenza dell'acqua con il disco di Secchi.
5. Misurazione mediante kit analitico e/o sonde da campo dei principali parametri dell'acqua prelevata con la bottiglia a chiusura.
6. Raccolta di campioni planctonici a differenti profondità, per successiva osservazione in laboratorio.
7. Fissaggio del campione sul posto con alcol etilico al 70%; è consigliabile non effettuare questa operazione su tutti i campioni raccolti per portarne qualcuno in laboratorio, alla fine dell'escursione, e osservare in vivo gli organismi raccolti.

OSSERVAZIONI IN LABORATORIO

1. Osservazione dei campioni planctonici prelevati al microscopio stereoscopico.
2. Osservazione in vivo degli esemplari, al fine di poter identificare facilmente i rotiferi (che sono contratti nei campioni fissati in alcol).



Campione di zooplancton del Lago di Martignano (Lazio)

3. Preparazione di vetrini da microscopio con singoli animali prelevati dai campioni fissati e immersi in una goccia di glicerina.
4. Classificazione del materiale raccolto almeno distinguendo rotiferi, cladoceri e copepodi calanoidi e ciclopidi, spingendosi ad un livello tassonomico più basso se si dispone di chiavi di determinazione e della guida di un esperto.
5. Conteggio al microscopio degli individui in ognuno dei campioni raccolti, eventualmente effettuando dei subcampioni, e calcolo, se possibile, degli individui/litro tenendo conto del volume di acqua filtrato.

FASE CONCLUSIVA

1. Caratterizzazione delle diverse profondità, ad esempio calcolando le percentuali di copepodi, cladoceri e rotiferi, o delle specie più appariscenti.
2. Sintesi ed elaborazione dei dati raccolti, con realizzazione di grafici per ogni parametro rilevato (andamento della temperatura, valori dei principali parametri eventualmente misurati alle varie profondità).
3. Attribuzione di massima del lago ad una categoria trofica sulla base di quanto rilevato.
4. Stesura di una relazione finale sotto forma di un report scientifico, riportando una introduzione (che precisi lo scopo del lavoro e descriva il lago studiato), la metodologia utilizzata, i risultati ottenuti (corredati di grafici e tabelle) ed una discussione degli stessi.



L'isola Bisentina al centro del Lago di Bolsena (Lazio)

BERTONI R., 2005 - Laghi e scienza: introduzione alla limnologia. *Aracne Ed.*, Roma.
Recente testo di introduzione allo studio dei laghi che affronta le componenti chimico-fisiche, biologiche ed idrologiche di questi ambienti.

BRUNI P., 2003 - Il Lago di Bolsena, note ambientali ad uso delle scuole. *Associazione Lago di Bolsena*.
Quaderno divulgativo che tratta le principali caratteristiche degli ambienti lacustri, con esempi e approfondimenti relativi al Lago di Bolsena.

BULLARD F.M., 1985 - I vulcani della Terra. *Newton-Compton*, Roma.
Nel libro sono presentati i principi fondamentali del vulcanismo ed una avvincente rassegna delle eruzioni dei principali vulcani del mondo con testimonianze e fonti storiche.

CAROLLO A., BARBANTI L., GERLETTI M., CHIAUDANI M., FERRARI I., NOCENTINI A.M., BONOMI G., RUGGI D., TONOLLI L., 1974 - Indagini limnologiche sui laghi di Bolsena, Bracciano, Vico e Trasimeno. *Quaderni IRSA*, 17.
La pubblicazione fornisce una descrizione completa di alcuni laghi vulcanici dell'Italia Centrale, a partire dalla climatologia e dall'idrologia, fino ad arrivare a macrofite e macroinvertebrati, passando attraverso limnologia fisica, idrochimica e plancton.

CORTINI M., SCANDONE R., 1987 - Un'introduzione alla vulcanologia. *Magmi Eruzioni Vulcani. Liguori*, Napoli.
Testo che si presta sia ad una lettura a carattere divulgativo, sia ad approfondimenti sui vari argomenti e sui vulcani italiani.

GANDOLFI G., TORRICELLI P., ZERUNIAN S., MARCONATO A., 1991 - I pesci delle acque interne italiane. Ministero dell'Ambiente, Unione Zoologica Italiana, *IPZS editori*, Roma.
Testo di riferimento organico e completo sullo stato dell'ittiofauna italiana d'acqua dolce.

GIRAULT F., BOUYESSE P., RANCON J.P., 1999 - Vulcani. La descrizione scientifica, la genesi, la storia, l'attività. De Agostini, Novara.
Edizione italiana di "Volcans vus d'espace", con 40 immagini dal satellite SPOT, testo divulgativo con storia e bellissime immagini dei principali vulcani del mondo.

HARRIS G.P., 1994 - Ecologia del fitoplancton. Strutture, funzioni e fluttuazioni. CLUEB, Bologna.
Traduzione italiana, curata dal compianto Dello Ruggiu, della trattazione di Harris. Il volume affronta i diversi aspetti dell'ecologia del fitoplancton secondo un'ottica innovativa, molto attenta al ruolo dei fattori fisici quali variabili guida per la crescita del fitoplancton.

MARGARITORA F.G., 1992 - Limnology in Latium: the volcanic lakes. In: P. Gullizzoni, G. Tartari and G. Giusani (Eds). *Limnology in Italy. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, Verbania Pallanza.
L'articolo presenta una panoramica delle informazioni disponibili nella letteratura scientifica e delle ricerche limnologiche condotte sui laghi vulcanici laziali.

MINELLI A., CHEMINI C., ARGANO R., RUFFO S. (eds.), 2002 - La fauna in Italia. *Touring Club Italiano, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*, Roma.
Un testo di utile consultazione, divulgativo ma accurato. Tratta tutti gli aspetti della fauna italiana; un apposito capitolo è dedicato alle acque interne.

STELLA E., 1984 - Fondamenti di limnologia. *Edizioni dell'Ateneo*, Roma.
Testo didattico che espone i lineamenti generali della limnologia, con particolare attenzione agli aspetti legati all'origine e alla classificazione dei bacini lacustri, compresi quelli vulcanici.

RUFFO S., STOCH F. (eds.), 2005 - Checklist e distribuzione della fauna italiana. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 2 serie, Sezione Scienze della Vita (con CD-ROM).
Il più aggiornato elenco sulle specie animali presenti in Italia e sulla loro distribuzione; vi sono trattati molti dei gruppi tassonomici discussi in questo volume.

TONOLLI V., 1973 - Introduzione allo studio della limnologia. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, Verbania Pallanza.
Uno dei primi testi italiani dedicati alla limnologia; riveste ancora un notevole interesse per l'approfondimento con cui vengono trattate le tematiche.

- > Abiotico: indica tutte le componenti non viventi di un ambiente naturale.
- > Acquifero: strato di roccia porosa o fessurata contenente acqua di falda; può essere libero (falde libere o freatiche) o in pressione, quando la superficie della falda è confinata superiormente da livelli impermeabili.
- > Alcalini (metalli): corrispondono al primo gruppo della degli elementi (litio, sodio, potassio, ...).
- > Alcalino-terrosi (metalli): corrispondono al secondo gruppo della degli elementi (berillio, magnesio, calcio, ...).
- > Aliena: specie giunta in un territorio, estraneo al suo areale di distribuzione, per intervento intenzionale o accidentale dell'uomo.
- > Anaerobico (processo): processo chimico che avviene in mancanza di ossigeno.
- > Anfingonia: riproduzione sessuale che avviene mediante la fecondazione, cioè l'unione del gamete maschile con il gamete femminile.
- > Anossia: assenza di ossigeno.
- > Astatiche: acque soggette a notevolissime fluttuazioni di livello in ragione del bilancio idrologico annuale.
- > Autoctona: specie originaria del territorio in esame; sin. indigena.
- > Biomagnificazione: processo che porta all'incremento negli esseri viventi, salendo di grado lungo la piramide alimentare, della concentrazione di sostanze tossiche.
- > Caldere: depressioni morfologiche di origine vulcano-tettonica e forma ellittica o circolare generate da ingenti fuoriuscite di magma concentrate in un intervallo di tempo geologicamente ristretto; ciò determina delle condizioni di instabilità al di sotto dell'edificio vulcanico che sono accomodate dal collasso dello stesso edificio nell'ordine delle centinaia di metri.
- > Carapace: nei Crostacei scudo dorsale costituito da chitina che protegge il cefalotorace, più raramente l'addome.
- > Cenosi: sinonimo di comunità; include tutte le popolazioni animali e vegetali, nel nostro caso si riferisce alla componente vegetale, che occupano un determinato ambiente (habitat).
- > Cianobatteri: organismi procarioti sempre coloniali, ad organizzazione cellulare batterica, ma in possesso di pigmenti fotosintetici che li fanno tradizionalmente includere tra le alghe per il loro ruolo ecologico.
- > Cloroficee: alghe di colore verde, solitarie o coloniali, ad organizzazione cellulare batterica, ma in possesso di pigmenti fotosintetici che li fanno tradizionalmente includere tra le alghe per il loro ruolo ecologico.
- > Clostridi: gruppo di batteri di tipo anaerobio, costituito da circa un centinaio di specie, alcune delle quali portatrici di infezioni.
- > Conduttività termica: il flusso di calore all'interno di un materiale, nell'unità di tempo e per metro

quadrato. La propagazione del calore per conduzione è dovuta al fatto che nei fluidi le singole molecole possono compiere notevoli spostamenti, entrando anche in collisione con le altre molecole.

- > Detezione (limite di): il valore di concentrazione di un composto chimico corrispondente al segnale più basso misurabile sul campione analizzato, con la certezza che questo segnale non possa essere scambiato per "rumore di fondo".
- > Diadroma: specie che obbligatoriamente intraprende migrazioni dal mare all'acqua dolce e viceversa, per motivi trofici o genetici.
- > Diatomee: alghe eucariote di colore giallo bruno, solitarie o coloniali, la cui cellula è racchiusa all'interno di un guscio siliceo detto frustulo.
- > Dicchi: magma solidificato all'interno di fratture che interessano l'edificio vulcanico, lunghe anche alcuni chilometri e di spessore variabile dai pochi centimetri alle decine di metri.
- > Dinoflagellati: alghe di colore giallo bruno, sempre solitarie. Alcune specie hanno un rivestimento a piastre cellulose che racchiude le cellule. Hanno capacità di movimento autonomo, conferita dai flagelli, e possibilità di nutrirsi anche di altri organismi (per es. batteri).
- > Dipolo: coppia di particelle, di carica elettrica opposta, poste ad una certa distanza l'una dall'altra.
- > Domo vulcanico: ammasso di lava che, nella risalita e successiva solidificazione, assume una forma a cupola.
- > Elettronegatività: misura della capacità di un atomo di attrarre elettroni quando prende parte ad un legame covalente (legame che si instaura quando una coppia di elettroni viene messa in comune fra due atomi).
- > Endemico: viene definito con questo termine un organismo esclusivo di un dato territorio.
- > Epizoico: riferito ad un organismo che vive fissato ad un animale senza necessariamente esserne parassita.
- > Eufotica (zona): strato d'acqua all'interno del quale la radiazione solare incidente sullo specchio lacustre raggiunge un valore pari al 1% di quello che aveva in superficie.
- > Eurialino: pesce in grado di passare dall'ambiente marino a quello dolce e viceversa, grazie ad un raffinato controllo osmotico.
- > Eutrofia: condizione di un ambiente caratterizzato da una elevata disponibilità di nutrienti.
- > Evapotraspirazione: è una parola composta usata per descrivere l'insieme di due fenomeni evaporativi. Rappresenta la quantità d'acqua dispersa nell'atmosfera attraverso processi di evaporazione del suolo e traspirazione delle piante.
- > Faglie: fratture della crosta terrestre interessate da uno spostamento relativo dei due blocchi

generati dal taglio; si indicano come faglie trascorrenti quelle caratterizzate da una superficie di taglio verticale o subverticale in cui i due blocchi scorrono con movimento soprattutto orizzontale, faglie normali quelle con superficie variamente inclinata in cui i due blocchi si allontanano, faglie inverse quelle in cui i due blocchi si avvicinano.

- > Filogenesi: storia dell'evoluzione dei gruppi sistematici animali e vegetali
- > Fotorecettore: elemento sensoriale che riceve e trasmette gli stimoli luminosi.
- > Frigostenotermo: riferito ad un organismo adattato esclusivamente a basse temperature.
- > Glicolisi: metabolismo degli zuccheri che avviene nel citoplasma per la produzione di energia: è una tappa fondamentale della respirazione cellulare
- > Ibridogenetico (complesso): insieme costituito da specie parentali e dai loro ibridi kleptici, cioè ibridi in grado di utilizzare parte del corredo genetico di uno dei due genitori per riprodursi accoppiandosi con l'altra specie genitrice.
- > Idrogenione: atomo di idrogeno che ha ceduto un elettrone; viene indicato con H⁺.
- > Idromorfo: riferito a suolo la cui struttura e proprietà chimiche sono determinate dalla costante presenza di acqua.
- > Ignimbritici: da ignimbrite, deposito vulcanico generato da un flusso piroclastico, cioè una miscela di gas, liquido e solido frammentato che scorre in superficie ad alta velocità (anche centinaia di km/h) a seguito di un'eruzione esplosiva.
- > Insoglio: area fangosa e/o acquitrinosa.
- > Limitante (nutriente): si tratta di quel nutriente presente nell'ambiente in concentrazioni inferiori rispetto agli altri e tale da limitare la crescita degli organismi qualora venga meno la sua disponibilità.
- > Limnologico: relativo alla limnologia, cioè a quella parte dell'ecologia acquatica che si occupa di studiare i laghi come ecosistemi.
- > Litosfera: comprende lo strato più superficiale (crosta) e parte del mantello terrestre: è caratterizzato da comportamento meccanico di tipo rigido, ad esempio all'attraversamento delle onde sismiche, dato dalla presenza di materiale allo stato solido; al di sotto della litosfera si trova l'astenosfera, caratterizzata da comportamento meccanico di tipo plastico e quindi molto più deformabile.
- > Melilitica: le meliliti sono rocce vulcaniche effusive ad alto contenuto in melillite (>10 %), minerale di calcio, magnesio, alluminio e silice, caratterizzato da un basso contenuto percentuale in silice e presente in rocce sottosature.
- > Meromissi: condizione che può interessare le acque lacustri e che vede uno strato di acqua più densa o genericamente più concentrata permanere sul fondo per più anni, segregato dal resto della massa d'acqua, senza che si possa stabilire un periodo di piena circolazione. La meromissi può essere di natura ectogenica (un evento sporadico dall'esterno), crenogenica (sorgenti sottolacustri, che alimentano con acque ricche in soluti gli strati più profondi del lago) o biogenica

(accumulo negli strati profondi di bicarbonati e silicati derivanti da processi di decomposizione biochimica e mineralizzazione batterica).

- > Mesotrofia: condizione di un ambiente caratterizzato da una moderata quantità di nutrienti.
- > Nauplio: stadio larvale primitivo comune alla maggior parte dei Crostacei, caratterizzato dalla presenza di un solo occhio e di tre paia di arti.
- > Oligotrofia: condizione di un ambiente caratterizzato da un basso contenuto di nutrienti.
- > Paleolimnologia: scienza che ricostruisce l'evoluzione temporale degli ambienti lacustri attraverso l'esame dei resti inorganici di animali e piante estratti da carote di sedimenti lacustri.
- > Petrochimica: l'insieme di caratteristiche legate alla composizione chimica di una roccia.
- > Petrografici: dell'analisi petrografica, effettuata su sezioni sottili di roccia al microscopio polarizzatore.
- > Piroclastica: un'eruzione piroclastica è un'eruzione esplosiva che origina un flusso piroclastico, cioè una miscela di gas, liquido e solido frammentato che scorre in superficie ad alta velocità (anche centinaia di km/h) a seguito di un'eruzione esplosiva.
- > Proprietà ottiche: insieme di caratteristiche fisiche che descrivono il comportamento, in termini qualitativi e quantitativi, della radiazione solare che penetra nella colonna d'acqua.
- > Psammon: insieme di organismi acquatici viventi entro il substrato sabbioso bagnato dall'acqua, marina o continentale.
- > Reofite: specie che prediligono acque sempre correnti, anche moderatamente.
- > Rizofita: pianta dotata di rizoma, ovvero di un fusto generalmente sotterraneo, simile ad una radice.
- > Sciafilo: riferito ad organismo legato ad habitat freschi e ombrosi, ad esempio quelli tipici del più fitto sottobosco.
- > Sienitica: da sienite, roccia magmatica intrusiva, cioè solidificatasi in profondità, tipica della città di Siene in Egitto (oggi Assuan), e anticamente importata dai Romani come marmo decorativo; macroscopicamente simile al granito, ma completamente o quasi priva di quarzo, è costituita da feldspato potassico, poco plagioclasio, anfibolo.
- > Sinantropico: organismo legato strettamente all'uomo e alle sue attività.
- > Stenotermi: organismi legati ad un ristretto intervallo di temperature.
- > Stigobio: organismo esclusivo delle acque sotterranee; presenta particolari adattamenti (assenza di occhi e di pigmento, sviluppo particolare degli organi di senso) ad ambienti privi di luce e poveri di risorse.
- > Stolonifero: riferito a pianta dotata di fusto sotterraneo o meno, strisciante (stolone) che, ai nodi, sviluppa sia radici che gemme caulinari.
- > Taxocenosi: insieme delle specie di un gruppo tassonomico che si ritrovano in un determinato ambiente.
- > Taxon (pl. taxa): termine generico utilizzato per indicare un gruppo di organismi indipendentemente dal suo rango nella classificazione forma-

le: in sistematica i generi sono taxa, così come le specie.

- > Tettonica distensiva: movimenti della crosta terrestre con creazione di fratture e faglie normali e trascorrenti con generale aumento della superficie su cui vanno a distribuirsi i corpi rocciosi, e assottigliamento della crosta terrestre.
- > Trofico: relativo alla quantità di nutrienti disponibili nell'ambiente acquatico.

Indice delle specie

- Acerina - 101
Acrocephalus arundinaceus - 109
Acrocephalus melanopogon - 111
Acrocephalus schoenobaenus - 113
Acrocephalus scirpaceus - 109
Acroperus harpae - 72, **84**, 85
 Agone - 101
Agrostis stolonifera - 58
 Airone bianco maggiore - 111
 Airone cenerino - 111, **134**
 Airone guardabuoi - 113
 Airone rosso - 112
 Albanella minore - 113
 Albanella reale - 111
 Albastrello - 113
 Alborella - 100, 103, 104
Alburnus alburnus alborella - 100
Alcedo atthis - 109
Alisma plantago-aquatica - 64
Alnus glutinosa - 55
Alona - 72
Alona rectangula - 72
Alosa - 137
Alosa fallax lacustris - 101
Alosa fallax nilotica - 101
Amblystegium riparium - 57
Amphichaeta leydigii - 85, 87
Anas acuta - 111, 113
Anas platyrhynchos - 109
Anas querquedula - 113
Anas strepera - 109
Ancylus - 89
 Anguilla - 100, 103, **105**, 130
Anguilla anguilla - 100
Anser albifrons - 113
Anser anser - 111
Anthus pratensis - 111
Anthus spinoletta - 113
Aphanolaimus aquaticus - 88
Apium nodiflorum - 64
Apus apus - 109
Ardea cinerea - 111, **134**
Ardea purpurea - 112
Ardeola ralloides - **112**
Arundo donax - 57
 Arvicola terrestre - **115**
Arvicola terrestris - **115**
Asplanchna - 68, 69
Asplanchna girardi - 69
Asplanchna priodonta - **68**, 69
Atherina boyeri - 100
Aulodrilus plurisetus - 87
 Avocetta - 113
Aythya ferina - **110**, 112
Aythya marila - **110**, 111
Aythya nyroca - 112
 Azolla - 55
Azolla filiculoides - 55
 Ballerina gialla - 109
 Barbo - 100, 136, 137
Barbus plebejus - 100
 Basettino - 113
 Beccaccino - 111
 Beccamoschino - 109
Belgrandia latina - 86, 95
 Biscia dal collare - 108
Bithynia tentaculata - 95
Bosmina longirostris - **71**, 72, 76, 77
Botaurus stellaris - 111
Brachionus - 69, 77
Branta canadensis - 113
 Brasca - 61
 Brasca arrotondata - 56, 61, 63, 65
 Brasca comune - **57**
 Brasca delle lagune - 61
 Brasca increspata - 61, 65
 Brasca nodosa - **54**, 56, 61
 Brasca palermitana - 62, 63
 Brasca trasparente - 56
Bubulcus ibis - 113
Bufo bufo - **107**
Bufo viridis - 107
Butomus umbellatus - 57
Bythonomus lemani - 95
Bythotrephes longimanus - 72
 Caglio delle paludi - 58
 Cagnetta - **100**
Calanipeda aquaedulcis - 73
Calystegia sepium - 57
 Canapiglia - 109, 111
Candona - **80**
 Canna comune - 57
 Cannaiola - 109
 Cannareccione - 109
 Cannuccia di palude - **54**, 55, 57, 58, 59, **63**, 64
 Capellini comuni - 58
 Carassio - 101
Carassius carassius - 101
Carex - 55
Carex paniculata - 58
Carex pseudocyperus - 58
Carex riparia - 58
 Carice - 55
 Carice falsocipero - 58, 59
 Carice pannocchiata - 58
 Carice spondicola - 58
 Carpa - 101, 104, 105, 130, 131
 Carpa a specchi - **130**
 Casarca - 113
 Cavaliere d'Italia - 113
 Cavedano - **99**, 100
Cerathophyllum demersum - 56
Ceratium - 51
Ceratium hirundinella - **42**, 51
 Ceratofillo - 56, 61, 62, 63, 65
Ceriodaphnia pulchella - **72**
Cettia cetti - 109
Chaetogaster diastrophus - 85
Chaoborus flavicans - 76, **94**, 96
Chara hispida - 56, 63
Chara tomentosa - 56, 63
Chironomus - 89, **94**
Chironomus gr. *plumosus* - **94**, 95, 96, 97
Chlidonias hybridus - 113
Chlidonias niger - 113
Chondrostoma genei - 100
Chromadorita leuckarti - 88
Chydorus sphaericus - 72, 91
 Cicogna bianca - 113
 Cicogna nera - 113
Ciconia ciconia - 113
Ciconia nigra - 113
 Cigno reale - 113
 Cinghiale - 114
Circus aeruginosus - 111
Circus cyaneus - 111
Circus pygargus - 113
Cisticola juncidis - 109
Cladium mariscus - 58
Clarias gariepinus - 101
 Cobite comune - 100, 136
Cobitis taenia bilineata - 100
 Codone - 111, 113
 Coltellaccio maggiore - 55, 58
Conochilus - 69
Cordulegaster trinacriae - **86**, 136, 137
 Coregone - 71, 101, 103, 104, **106**, 126, 127, 130, 137
Coregonus lavaretus - 101, 103, **106**
 Cormorano - 112
 Cutrettola - 109
Cyclops - 73
Cyclops abyssorum - 73, **74**, 75, **76**
Cyclotella - 48
Cyclotella comensis - **47**, 48
Cyclotella kuetzingiana - 48
Cyclotella ocellata - 48
Cygnus olor - 113
Cyperus - 55
Cyperus longus - 64
Cyprinus carpio - 101, **130**
Daphnia - 71
Daphnia galeata - 71
Daphnia hyalina - **70**, 71, **76**
Daphnia rosea - 71
Dendrocoelum lacteum - 89

Dero digitata - 94, 96
Diaphanosoma brachyurum - 72
Diaphanosoma lacustris - 72, 76
Dina lineata - 95
 Donnola - 114
Dorylaimus - 89
Dorylaimus stagnalis - 95
Dugesia tigrina - 89, 94, 95
Echinogammarus - 97
Echinogammarus cfr. *veneris* - 97
Echinogammarus veneris - 94, 95
Egretta alba - 111
Egretta garzetta - 113
Elodea canadensis - 61
Emberiza schoeniclus - 111
Emys orbicularis - 108, 136
 Epatica acquatica - 55
 Equiseto - 55
Equisetum - 55
 Erba-sega comune - 57
Erpobdella - 89
Esox lucius - 100, 102
Ethmolaimus pratensis - 87
Eucyclops macruroides - 75, 85
Eucyclops serrulatus - 75
Eudiaptomus padanus etruscus - 53, 73, 75
Eurycercus - 72
Eurycercus lamellatus - 72
 Falasco - 58
 Falco di palude - 111
 Falco pellegrino - 109, 111
Falco peregrinus - 109
 Falco pescatore - 113
Falco tinnunculus - 111
 Fenicottero - 113
 Filinia - 69
Filinia longiseta - 69
Filinia terminalis - 69
 Fior di loto - 64, 65
 Fistione turco - 113
 Folaga - 109, 114
Fontinalis squamosa - 57
 Forapaglie - 113
 Forapaglie castagnolo - 111
 Frassino meridionale - 55, 59
Fraxinus oxycarpa - 55
Fulica atra - 109
 Gabbianello - 113
 Gabbiano comune - 111, 112
 Gabbiano reale - 111, 112
Galium palustre - 58
Gallinago gallinago - 111
 Gallinella d'acqua - 109
Gallinula chloropus - 109
 Gambero rosso della Louisiana - 86, 137
 Gambusia - 101
Gambusia holbrooki - 101
 Garzetta - 113
Gavia arctica - 111
 Germano reale - 109
 Gheppio - 111
 Ghiozzetto - 100

Ghiozzetto di laguna - 100, 136
 Ghiozzetto padano - 100, 136
 Giaggiolo palustre - 55, 58, 61
 Giunchetto meridionale - 58
 Giunco - 55, 58, 108
 Giunco fiorito - 57, 63
Glyceria fluitans - 64
 Gramignone natante - 64, 65
 Gru - 113
 Gruccione - 109
Grus grus - 113
Gymnocephalus cernuus - 101
Haplotalix gordioides - 87, 88
Helisoma duryi - 87
Helobdella - 89
 Hexarthra - 69, 77
Himantopus himantopus - 113
Holoschoenus australis - 58
Hydrocharis morsus-ranae - 59
Hyla intermedia - 107, 135
Hypsugo savii - 114
Ictalurus melas - 101
Iris pseudacorus - 55, 61
Ironus tenuicaudatus - 95
Ixobrychus minutus - 109
 Juncus - 55
Juncus articulatus - 58
Juncus effusus - 58
Juncus inflexus - 58
Kellicottia longispina - 69
 Keratella - 69, 77
Keratella cochlearis - 67, 69
Keratella quadrata - 69
Keratella tecta - 69
Knipowitschia panizzae - 100
Larus cachinnans - 111
Larus minutus - 113
Larus ridibundus - 111
 Lasca - 100, 136
 Latterino - 100, 103, 104, 130
 Lecane - 69
 Lemna - 55
 Lentichia d'acqua - 55
Lepomis gibbosus - 101
Leptodora - 71
Leptodora kindtii - 66, 69, 72, 76
Leuciscus cephalus - 99, 100
Leuciscus souffia - 100
Limnebius nitiduloides - 86
Limnodrilus claparedeianus - 94
Limnodrilus hoffmeisteri - 89, 94, 95, 96
 Lisca a foglie strette - 55, 57, 64
 Lisca lacustre - 55, 57, 58, 63, 64
Locustella luscinioides - 113
 Luccio - 100, 101, 102, 103, 105, 130, 131
Ludwigia palustris - 63, 64
Luscinia svecica - 113
Lycopus europaeus - 57
Lysimachia vulgaris - 55
Lythrum salicaria - 55
Macrocyclus albidus - 75, 85
Macrothrix hirsuticornis - 84

Martin pescatore - 109
 Marzaiola - 113
 Mazza d'oro comune - 55
Megacyclops viridis - 75
Meles meles - 114
 Menta acquatica - 58, 64
Mentha aquatica - 58, 64
Mergus albellus - 111
Merismopedia - 51, 52
Merops apiaster - 109
Mesocyclops - 73
Mesocyclops leuckarti - 75, 76
 Mestolaccia comune - 64
Microcystis - 51, 52
Microcystis weigenbergi - 53
Micropsectra - 94, 95
Micropterus salmoides - 101
Microtendipes gr. *pedellus* - 94, 95
 Migliarino di palude - 111
 Mignattaio - 113
 Mignattino - 113
 Mignattino piombato - 113
Milvus migrans - 109, 111
 Miriofillo - 61, 62, 65
 Miriofillo comune - 54, 56, 61, 63, 65
 Miriofillo verticillato - 56
Mononchus truncatus - 88
Monticola solitarius - 109
 Morella rampicante - 57
 Moretta grigia - 110, 111
 Moretta tabaccata - 112
 Moriglione - 110, 112
 Morso di rana - 59
Motacilla cinerea - 109
Motacilla flava - 109
Mugil cephalus - 101
Musculium lacustre - 94
Mustela nivalis - 114
Mustela putorius - 114
Myocastor coypus - 115, 137
Myotis capaccinii - 114, 115
Myotis daubentonii - 115
Myriophyllum spicatum - 54, 56
Myriophyllum verticillatum - 56
 Nais communis - 85
Najas marina - 56, 62
Najas minor - 62
 Natrice tassellata - 108
Natrix natrix - 108
Natrix tessellata - 108
Nelumbo nucifera - 65
Neomys anomalus - 114
Neomys fodiens - 114
 Netta rufoina - 113
 Nibbio bruno - 109, 111
 Ninfea - 56
 Ninfea bianca - 59, 60, 61, 62, 64, 65
 Ninfea gialla - 59, 60, 61, 63
Niphargus - 94, 95
Nitokra hibernica - 85
 Nitticora - 112
 Nuphar - 56
Nuphar luteum - 60

Nutria - 115, 137
Nycticorax nycticorax - 112
 Nymphaea - 56
Nymphaea alba - 59, 60, 62
 Oca del canada - 113
 Oca lombardella - 113
 Oca selvatica - 111
Odontheistes bonariensis - 106
 Ontano comune - 55, 59
Onychocamptus mohammed - 85
Padogobius martensii - 100
Padogobius nigricans - 100
Palaemonetes - 102
Palaemonetes antennarius - 78
Pandion haliaetus - 113
Panurus biarmicus - 113
Parachironomus - 85
Paractinolaimus macrolaimus - 88
Parastenocaris - 90
Parastenocaris amalasuntae - 90
Parastenocaris italica - 90
Parastenocaris orcina - 90
Parastenocaris pasquinii - 90
Paratendipes - 85, 94, 95
 Passero solitario - 109
 Pavoncella - 111
Pelosclex velutinus - 94
 Pendolino - 109
Perca fluviatilis - 100, 102, 103
Peridinium - 45
 Persico reale - 100, 102, 103, 104, 130
 Persico sole - 101
 Persico trota - 101, 103, 131
 Pesce gatto - 101
 Pesce gatto africano - 101
 Pesce re - 106
 Pescicchia - 111
 Peste d'acqua comune - 61
 Pettazzurro - 113
Phalacrocorax carbo sinensis - 112
Phoenicopterus roseus - 113
Phragmites australis - 54, 55, 63
 Physa - 88
Physa acuta - 89
 Pioppo - 55
 Pioppo bianco - 59
 Pipistrello di Savi - 114
Pisidium - 88, 94, 95, 97
 Pispola - 111
Planktothrix - 52, 127
Planktothrix rubescens - 50, 51, 52, 129
Platalea leucorodia - 113
Plegadis falcinellus - 113
Ploesoma - 69
Podiceps auritus - 111
Podiceps cristatus - 98, 109
Podiceps grisegena - 111
Podiceps nigricollis - 111
 Poligono anfibio - 56, 58, 59, 61
Polyarthra gr. *vulgaris-dolichoptera* - 69
Polygonum amphibium f. *aquatica* - 56

Pompholyx - 69
 Populus - 55
Populus alba - 59
 Porciglione - 109
 Porracchia dei fossi - 63, 64, 65
 Porzana - 113
Porzana parva - 113
Porzana porzana - 113
Potamogeton crispus - 61
Potamogeton lucens - 56
Potamogeton natans - 57
Potamogeton nodosus - 54, 56
Potamogeton pectinatus - 61
Potamogeton perfoliatus - 56
Potamogeton pusillus - 62
Potamotheix hammoniensis - 94, 95
Potamotheix heuschleri - 94, 95, 96, 97
Proasellus gr. *coxalis* - 94, 95, 97
Procambarus clarckii - 86
 Procladius - 94, 95, 96
 Procladius choreus - 94, 96, 97
Prostoma - 87
Psammoryctides barbatus - 87, 94, 95
 Pseudorasbora - 101
Pseudorasbora parva - 101
 Puzzola - 114, 137
R. bergeri x *R. ridibunda* vedi *Rana hispanica* - 107
 Raganella italiana - 107, 135, 137
Rallus aquaticus - 109
Rana bergeri - 107
Rana hispanica - 107
 Ranocchina maggiore - 56, 62
 Ranocchina minore - 62, 63
 Ranuncolo - 59
 Ranuncolo a foglie capillari - 61, 63
 Ranuncolo di Baudot - 61
 Ranuncolo peltato - 61, 65
 Ranuncolo sardo - 58
Ranunculus baudotii - 61
Ranunculus peltatus - 61
Ranunculus sardus - 58
Ranunculus trichophyllus - 61
 Ratto delle chiavi - 115
Rattus norvegicus - 115
Recurvirostra avosetta - 113
Remiz pendulinus - 109
 Riccia fluitans - 55
Riparia riparia - 113
 Rondone - 109
 Rospo comune - 107
 Rospo smeraldino - 107, 137
 Rovella - 100, 103, 136
Rutilus erythrophthalmus - 100
Rutilus rubilio - 100
Salaria fluviatilis - 100
 Salcerella comune - 55
 Salciaiola - 113
 Salice - 55, 59
Salix - 55

Salix alba - 59
Salix cinerea - 59
 Salmo - 99
Scardinius erythrophthalmus - 100
 Scardola - 100, 103, 105
 Schiribilla - 113
Schoenoplectus lacustris - 55, 58
 Sedano d'acqua - 64, 65
 Sgarza ciuffetto - 112
Simocephalus - 72
Simocephalus vetulus - 72, 85
 Simplicaris - 90
Simplicaris veneris - 90
Solanum dulcamara - 57
Sparanium erectum - 55, 58
 Spatola - 113
 Sphaerium - 88
 Spioncello - 113
Stephanodiscus - 48
Stephanodiscus hantzschii - 48
Stephanodiscus minutulus - 48
Stephanodiscus parvus - 48
 Storni - 111
 Strolaga mezzana - 111
Sturnus vulgaris - 111
Stylaria lacustris - 85
Sus scrofa - 114
 Svasso collorosso - 111
 Svasso cornuto - 111
 Svasso maggiore - 98, 109, 111
 Svasso piccolo - 111
 Synchaeta - 69, 77
Tachybaptus ruficollis - 109
Tadorna ferruginea - 113
Tadorna tadorna - 113
 Tanytarsus - 85, 94, 97
 Tarabusino - 109
 Tarabuso - 111
 Tasso - 114
Testudinella - 69
 Testuggine palustre - 108, 136, 137
Theodoxus fluviatilis - 89
Theristus setosus - 85
Thermocyclops - 73
Thermocyclops crassus - 75, 76
 Tifa - 64
 Tinca - 100, 103, 104, 105, 130
Tinca tinca - 100
 Tobrilus - 89
Tobrilus gracilis - 85, 96
 Topino - 113
 Toporagno acquatico di Miller - 114
 Toporagno d'acqua - 114
Trachemys - 108
Trichocerca - 69
Tringa stagnatilis - 113
 Tritotto - 100
 Tritone crestatto italiano - 108, 136, 137
Triturus carnifex - 108
Trypila glomerans - 87
Tubifex tubifex - 88, 94, 95, 97

Tuffetto - **109**
Typha angustifolia - 55
Usignolo di fiume - 109
Vairone - 100
Vallisneria - 56, 61
Vallisneria spiralis - 56
Valvata - 88
Valvata piscinalis - 95
Vanellus vanellus - 111
Vespertilio di Capaccini - 114,
136
Vespertilio di Daubenton - 115
Vilucchione bianco - 57
Volpe - **114**
Volpoca - 113
Votolino - 113
Vulpes vulpes - **114**
Woronichinia - 51, **52**
Zannichellia - 56, 62
Zannichellia palustris - 56
Zigoli - 55
Zigolo comune - 64

Si ringraziano:
l'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (C.N.R.)
di Verbania Pallanza per i dati utilizzati in questo
volume;
l'Associazione Lago di Bolsena (Marta, VT)
e in particolare il direttore P. Bruni;
Giuseppe Di Lieto per l'aiuto prestato nella
stesura della parte relativa agli uccelli.

La responsabilità di quanto riportato nel testo,
nonché di eventuali errori ed omissioni, rimane
esclusivamente degli autori.

Il volume è stato realizzato con i fondi del
Ministero dell'Ambiente e della
Tutela del Territorio e del Mare.

Finito di stampare
nel mese di marzo 2007
presso la Graphic linea print factory - Udine

Printed in Italy