

Regione Umbria



OSSERVATORIO AMBIENTALE TRASIMENO

PROGETTO MESSA A PUNTO DELLO STATO DELLE CONOSCENZE AMBIENTALI DI RIFERIMENTO DELL'AREA DEL LAGO TRASIMENO E DEFINIZIONE DI UN MODELLO CONCETTUALE PER UN PIANO DI GESTIONE

Autorità di Bacino del F. Tevere
Decreto n.52/2006 del Segretario generale

Task 1: Raccolta e integrazione dati – Quadri di Sintesi

Ottobre 2008

BOZZA

arpa umbria

indice

02 / Quadro conoscitivo chimica delle acque
06 / Ecotossicologia del Trasimeno
08 / Lago Trasimeno: la fauna ittica e l'attività di Pesca
14 / Fitoplancton e zooplancton del Lago Trasimeno
18 / Quadro conoscitivo dell'idrogeologia del Trasimeno
22 / Bentafauna del Lago Trasimeno
25 / Quadro conoscitivo sedimenti
28 / Flora e vegetazione del Lago Trasimeno

Gruppo di Lavoro

Redazione

Dr. Giacomo Bodo
Dr.ssa Fedra Charavgis
Dr.ssa Elisabetta Ciccarelli
Dr.ssa Linda Cingolani
Dr.ssa Margherita Di Brizio
Dr. Nicola Morgantini
Dr.ssa Sonia Renzi
Dr. Michele Sbaragli
Dr.ssa Barbara Todini

Coordinamento

Dott.ssa Linda Cingolani

Versione

Rev. 0

Visto

Dott. Alberto Micheli

Contributi

Dr.ssa Rosalba Padula

QUADRI DI SINTESI

QUADRO CONOSCITIVO CHIMICA DELLE ACQUE

I lavori e i dati esistenti sulla composizione chimica delle acque del lago Trasimeno coprono un periodo piuttosto lungo (da fine anni '50 ad oggi). Per la ricostruzione del quadro conoscitivo relativo alla composizione chimica delle acque sono stati presi in considerazione essenzialmente 7 lavori redatti tra il 1971 ed il 2005. Generalmente in tutti gli studi sono state considerate varie stazioni di monitoraggio, localizzate sia nella fascia costiera che a centro lago, monitorate per periodi variabili da alcuni mesi fino ad un anno, con frequenza da settimanale a mensile.

Considerando gli ioni maggiori, le acque del lago presentano una composizione di base di tipo "clorurato-sodica", essendo presenti concentrazioni di sodio e cloro maggiori rispetto agli altri ioni e, complessivamente le acque presentano una elevata salinità, superiore a quella di altri laghi italiani. *Tiberi* (1980), sulla base dei rapporti F/Cl, misurati sulle acque lacustri e sotterranee del bacino e considerando le caratteristiche di permeabilità e geologico-strutturali delle formazioni affioranti, esclude che possa esistere un significativo scambio tra le acque della falda sotterranea e le acque del lago. In particolare, l'autore sostiene che la variazione stagionale di concentrazione in cloruri nelle acque dipende essenzialmente da fattori climatici (piogge, evaporazione), ovvero dalla variazione dell'apporto esterno di acqua al bacino.

Gli studi effettuati non hanno mai evidenziato significativi fenomeni di stratificazione (termica e/o chimica) delle acque (*Tiberi*, 1971; *Tiberi*, 1980; *Giovanardi et al.*, 1995a), stabili stagionalmente, dato che l'azione regolare dei venti causa frequentemente il completo rimescolamento verticale delle acque, quindi una omogeneizzazione di tutti i parametri chimici e chimico-fisici (temperatura, conducibilità, D.O., redox, pH). Per questo le acque risultano ben ossigenate a tutte le profondità durante quasi tutto l'anno. Variazioni leggermente più marcate si riscontrano tra la fascia neritica e quella pelagica, anche se l'azione dei venti (e correnti da essi indotte) tende ad omogeneizzare spazialmente le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

A causa della scarsa profondità media del lago, i parametri chimico-fisici delle acque (ad es. pH, temperatura) sono soggetti a marcate variazioni stagionali. In particolare, il pH, che presenta valori mediamente di 8-8.5, mostra dei minimi invernali (ca. 8) e dei massimi estivi (fino a 10), legati sia alle variazioni stagionali di temperatura delle acque, che alla produttività della vegetazione macrofita sommersa (*Tiberi*, 1971; *Giovanardi et al.*, 1995a). Infatti, durante la fase di massima attività fotosintetica delle macrofite (primavera-estate), viene sottratta CO₂ dalla colonna d'acqua, causando un innalzamento nei valori di pH fino quasi a 10, in particolare nella zona di S.Arcangelo-La Valle, caratterizzata da scarsa profondità delle acque (1-2 metri) e dove risulta maggiormente diffuso questo tipo di vegetazione.

Nello studio di *Franconi et al.* (1985), tra il 1983 e il 1984 sono state monitorate le concentrazioni di diversi tipi di microinquinanti (pesticidi, metalli, tensioattivi) e misurati valori di D.O., %satO₂, BOD/5 e COD. Generalmente tutti i metalli sono presenti in concentrazioni molto basse (spesso inferiore al l.r.s.), mentre si rinvenivano tracce di pesticidi e tensioattivi. Gli autori concludevano che in relazione alle condizioni igienico-sanitarie, i dati complessivamente indicano una ottima qualità delle acque, mentre dal punto di vista dell'eutrofia, lo stato risulta buono. Tali dati vanno tuttavia interpretati considerando le favorevoli condizioni idrologiche presenti nei primi anni ottanta, quando con il livello medio delle acque al di sopra dello "zero idrometrico", avveniva il ricambio delle acque attraverso l'emissario.

Per quanto riguarda i nutrienti (N-P), questi sono presenti nelle acque del lago in concentrazioni generalmente basse (media NO₃ ~ 0.28 mg/l (*Tiberi*, 1971), ~ 0.1 mg/l (*Franconi et al.*, 1985); media PO₄ ~ 0.002-0.005 mg/l (*Giovanardi et al.*, 1995b)). Mediamente il rapporto N/P si mantiene

quasi sempre superiore a 10, indicando come principale “fattore limitante” alla crescita algale il fosforo, mentre soltanto in alcuni periodi della stagione estiva si possono presentare casi di N-limitazione (*Giovanardi et al.*, 1995b). Sulla base delle medie dei parametri clorofilla *a* e P totale, il Trasimeno può essere definito da mesotrofico a eutrofico (*Giovanardi et al.*, 1995b). Nel lavoro di Cingolani et al. (2004) sono stati stimati i carichi di nutrienti sversati nel bacino lacustre (circa 372000 kg/anno di N e 14160 kg/anno di ortofosfato), i quali risultano sostanzialmente inferiori a quelli stimati da *Giovanardi et al.* nel 1995 (753000 kg/a di N e 40000 kg/a di P). Comunque nella stima proposta da Cingolani et al. (2005) non sono stati considerati gli apporti provenienti dagli impianti di depurazione di Passignano, S.Arcangelo e Pineta, nonché gli apporti provenienti dagli scaricatori di piena delle fognature. In ogni modo, per spiegare i livelli di concentrazione in acqua del P, anche alla luce degli elevati carichi di nutrienti sversati annualmente nel lago, *Giovanardi et al.* (1995b) ipotizzano la presenza di meccanismi di rimozione del P dalla soluzione acquosa, quali la coprecipitazione con calcite, la precipitazione di idrossiapatite e l’adsorbimento sui minerali dell’argilla, che costituiscono la matrice inorganica fine dei sedimenti del fondale. Inoltre, per spiegare le variazioni di concentrazione del fosforo totale, sembra rilevante il fenomeno di risospensione (ad opera del moto ondoso) della frazione più fina del sedimento, che contiene una parte importante di P legata per adsorbimento. In conclusione il livello trofico delle acque è condizionato dalle caratteristiche idrochimiche di base delle acque lacustri (elevata salinità e alcalinità), piuttosto che dai pur rilevanti carichi esterni di P (*Giovanardi et al.*, 1995b).

Giovanardi et al. (1995b) concludono che eventuali interventi di controllo e limitazione dello sviluppo della vegetazione macrofitica potrebbero avere effetti benefici, senza pregiudicare la capacità del sistema di controllare la concentrazione di fosfati, mantenendo quindi l’attuale stato di moderata produttività, ancora compatibile con tutti gli usi previsti per il corpo idrico. Tuttavia è evidente come il controllo dello stato trofico non possa prescindere da una limitazione del carico esterno di nutrienti (scarichi civili, zootecnici, suolo coltivato).

Gli studi svolti in questi anni hanno permesso di ottenere una discreta caratterizzazione chimico-fisica delle acque e grazie ai diversi monitoraggi (con frequenza anche quindicinale), esiste, almeno per gli ultimi 20-25 anni, una soddisfacente banca dati. Tuttavia, analogamente a quanto detto per i sedimenti, per quanto riguarda il meccanismo di scambio dei nutrienti tra acqua e sedimento, deve essere ancora esaminata con maggiore dettaglio l’influenza dalle variazioni ambientali (climatiche, idrologiche), sia su scala stagionale che diurna. In particolare, deve essere approfondita l’interdipendenza tra caratteristiche chimico-fisiche di sedimenti e acque, concentrazione dei gas disciolti nelle acque e attività della vegetazione sommersa, nella sottile zona di interfaccia acqua-sedimento.

Da una preliminare osservazione dei dati chimici disponibili per gli ultimi 50 anni circa (periodo caratterizzato dai livelli generalmente inferiori allo “zero idrometrico”), è evidente come la concentrazione in cloruri e quindi la salinità totale delle acque sia aumentata, pur se con inevitabili oscillazioni legate all’andamento annuale idrometrico e quindi del volume d’acqua nel lago. Dirette ripercussioni di tale incremento, si possono avere sulla fauna ittica del lago, che deve quindi adattarsi alle mutevoli condizioni ambientali.

Bibliografia significativa:

- Tiberi O. Valori chimici e chimico-fisici delle acque. In: Raggiugli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del lago Trasimeno, (febbraio 1969-febbraio 1970). Rivista di Idrobiologia, 10, 41-92, 1971.
- Tiberi O. Fluoruri e cloruri nel lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, 19(1): 37-59, 1980.

- Franconi U., Mossone M., Blasi F., Burchia A., Galinari W. Indagini chimiche e chimico-fisiche delle acque del lago Trasimeno. Prov. di Perugia-Atti del Convegno "La tutela dell'ambiente lacuale. Il lago Trasimeno" Perugia 8-9 Marzo 1985.
- Giovanardi F., Poletti A., Micheli A. Indagine sulla qualità della acque del lago Trasimeno. Idrochimica. Acqua aria maggio, pp. 519-526, 1995a.
- Giovanardi F., Poletti A., Micheli A. Indagine sulla qualità delle acque del lago Trasimeno. Definizione dei livelli trofici. Acqua Aria,6;627-633, pp 627-633, 1995b.
- Taticchi M.I., Mearelli M., Cicchella F., Posati S., Valentini M., Saltalamacchia G., Maraziti A., Micheli A. Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione. (3 volumi ciclostilati) MINISTERO DELL'AMBIENTE CIPLA - PROVINCIA DI PERUGIA (S.I.G.L.A.), 1995.
- Cingolani L., Charavgis F., Bodo, G., Neri N. Monitoraggio qualitativo dei corsi d'acqua superficiali individuati nel piano stralcio per il lago Trasimeno. Arpa Umbria-Piano di Tutela delle Acque, 2004.
- Peruzzi, L. Gli acquiferi nel bacino del Lago Trasimeno: analisi delle caratteristiche idrogeologiche e idrogeochimiche per la valutazione dei rapporti con il corpo idrico lacustre e l'identificazione di criticità ambientali. ARPA Umbria-Monografia 5-Piano di tutela delle acque, 45 pp, 2005.

Dati reperibili:

Per quanto riguarda i dati chimici e chimico-fisici esistenti sulle acque del lago Trasimeno si rimanda alle seguenti fonti:

- Tiberi O. Valori chimici e chimico-fisici delle acque. In: Ragguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del lago Trasimeno, (febbraio 1969-febbraio 1970). Rivista di Idrobiologia, 10, 41-92 (1971). pp 159 e 179 dati analitici.
- Tiberi O. Fluoruri e cloruri nel lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, 19(1): 37-59, 1980. pp 51 e 57 dati di T, cond, durezza, solfati cloruri e fluoruri.
- Taticchi M.I., Mearelli M., Cicchella F., Posati S., Valentini M., Saltalamacchia G., Maraziti A., Micheli A. Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione. (3 volumi ciclostilati) MINISTERO DELL'AMBIENTE CIPLA - PROVINCIA DI PERUGIA (S.I.G.L.A.), 1995. Dati analitici del progetto (periodo 23/4/91-30/11/92) raccolti su un volume di Appendice.
- *ARPA Umbria:*

Dal 2000 sono attivi i seguenti monitoraggi:

- *Programma balneazione:* su 15 stazioni, con frequenza bimensile nel periodo aprile-settembre, analisi di parametri microbiologici (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali) e chimico-fisici (Temperatura aria, Temperatura acqua, direzione e intensità del vento, pH, Colorazione, Trasparenza, Oli minerali, Tensioattivi, Fenoli, % di saturazione ossigeno disciolto).
- *Controllo eutrofizzazione:* (attivo dal 1992 come ASL n.°2) su 7 stazioni, prelievi quindicinali nel periodo giugno-settembre e mensili nel periodo ottobre-marzo per la ricerca di parametri chimico-fisici (pH, Temperatura, Trasparenza, Conducibilità a 25°C, Alcalinità, % sat., OD, Azoto totale, Azoto ammoniacale, Azoto nitroso, Azoto nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale, Clorofilla "a", Silice, Cloruri, Solfati, Solidi disciolti) e per il riconoscimento e conteggio delle comunità algali.
- *Monitoraggio per la classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale:* sui campioni, prelevati sia in superficie che in profondità, di 3 stazioni, vengono determinati i seguenti parametri di base: Temperatura, pH, Clorofilla "a", Alcalinità, Conducibilità, Ossigeno Disciolto, Ossigeno ipolimnico (% sat.), Azoto Nitroso, Azoto Ammoniacale, Azoto Totale, Azoto Nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale, Trasparenza.

- *Provincia di Perugia:*
In seguito al progetto S.I.G.L.A. è stata installata una centralina automatica di monitoraggio sull'isola Polvese che ha prodotto tra il 1998 e il 2000 dati su: Temperatura acqua, pH, Redox, D.O., Torbidità, Conducibilità elettrica. In: Mossone M., Dolci, R. Considerazioni sui dati analitici prodotti dalla centralina di "Isola Polvere 3" in tre anni di monitoraggio (1998-2000) delle acque del Lago Trasimeno (2000). Unione Europea programma Comunitario Leader Ii Gal Trasimeno-Orvietano, 27 pp.

Riferimento a dati:

- *Dati potabilizzatore acquedotto 2004:*
http://www.arpa2005.umbria.it/resources/docs/trasimeno_potabilizzazione04.htm
- *USL-ASL:*
Dal 1982 (DPR 470 del 1982):
 - *Programma balneazione:* con frequenza bimensile nel periodo aprile-settembre, analisi di parametri microbiologici e chimico-fisici.

ECOTOSSICOLOGIA TRASIMENO

Lo scopo dei lavori riassunti è di individuare i cambiamenti nella risposta degli antiossidanti e nell'accumulo dei contaminanti in due specie di pesce gatto: *Ictalurus melas* e *Ameiurus melas*

Nel primo caso (2006) sono illustrati i risultati delle analisi chimiche: (metalli pesanti, HCH, HCB, DDT e PCB) e biochimiche (*scavenger* ossidanti, enzimi antiossidanti). Nel testo sono riportate tabelle contenenti le concentrazioni di tutte le sostanze analizzate. Alcune sostanze mostrano un accumulo stagionale nei diversi tessuti.

Le conclusioni portano ad identificare nel pesce gatto del Trasimeno una specie che accumula inquinanti e nella quale è possibile evidenziare i cambiamenti biochimici da essi derivati. Pertanto dall'analisi di questa specie si potrebbero ricavare informazioni utili per incrementare programmi di monitoraggio basati su *biomarkers*.

L'*Ameiurus melas* (2007) è stato scelto per monitorare, negli ecosistemi lacustri, il contenuto di metalli pesanti, pesticidi organo clorurati, e PCB e soprattutto per identificare, tra i contaminanti, un *marker* per la contaminazione delle acque. I risultati mostrano criticità solo per il "biota" proveniente dal lago di Alviano. Il cadmio (Cd) è presente solo nei campioni del Trasimeno. I dati biochimici nei differenti tessuti mostrano andamenti diversi e gli autori rimandano ad ulteriori analisi per supposizioni in merito. Nel testo viene riportata una tabella di correlazione tra i composti chimici e le attività enzimatiche.

Bibliografia significativa

- Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76 132-139 2006. Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I (2006)
- Comparison of organochlorine pesticides, PCBS, and heavy metal contamination and of detoxifying response in tissues of *Ameiurus melas* from Corbara, Alviano, and Trasimeno lakes, Italy. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 78 463-468. Elia A.C., Dorr A.J.M., Galarini R. 2007

Dati disponibili:

- Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76 132-139 2006. Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I (2006) p.135 Tab.1 Metalli pesanti e pesticidi organo clorurati nel pescegatto del Trasimeno.
- Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76 132-139 2006. Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I (2006) p.136 fig.1 Distribuzioni relative di DDT e i metaboliti di *Ictalurus melas* del Trasimeno
- Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76 132-139 2006. Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I (2006) p.137 Tab.2 Parametri antiossidanti nel pescegatto del Trasimeno.
- Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissue of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno Bulletin of Environmental

Contamination and Toxicology 76 132-139 2006. Elia A.C., Galarini R, Dörr Aj, Taticchi M.I (2006) p.138 Tab.3 correlazione statistica tra igli analiti chimici e biologici.

- Comparison of organochlorine pesticides, PCBS, and heavy metal contamination and of detoxifyng response in tissues of Ameiurus melas from Corbara, Alviano, and Trasimeno lakes, Italy.Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 78 463-468.Elia A.C., Dorr A.J.M., Galarini R.2007 p.465 tab.1 Composti organoclorurati nel muscolo del pescegatto di Alviano, Corbara e Trasimeno.
- Comparison of organochlorine pesticides, PCBS, and heavy metal contamination and of detoxifyng response in tissues of Ameiurus melas from Corbara, Alviano, and Trasimeno lakes, Italy.Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 78 463-468.Elia A.C., Dorr A.J.M., Galarini R.2007 p.466 fig.2 parametri antiossidanti nei tessuti del pescegatto di Alviano, Corbara e Trasimeno.

LAGO TRASIMENO: LA FAUNA ITTICA E L'ATTIVITA' DI PESCA

Dal materiale bibliografico reperito (circa 130 lavori) emerge che nel corso degli anni c'è stato un notevole interesse del mondo scientifico per le comunità ittiche del lago Trasimeno e per le attività di pesca ad essa collegate.

Il primi studi sulla fauna ittica lacustre risalgono agli inizi del novecento ad opera soprattutto di O. Polimanti, fondatore della Stazione idrobiologica del Trasimeno a Monte del Lago (O. Polimanti 1927-29, A. Gandolfi 1935, O. Polimanti 1944-45) fino ad arrivare a quelli più recenti del 2005-2006 di Lorenzoni et. al.

Numerosi lavori riguardano la composizione delle popolazioni ittiche, mentre altri sono approfondimenti su specifiche specie, sui loro comportamenti, sul loro regime alimentare, sull'accrescimento, la riproduzione, sulle cause di malattie o di morie ecc...

Dal punto di vista biologico il Trasimeno, per le sue caratteristiche fisico-chimiche e morfologiche (scarsa profondità, uniformità della temperatura e di altri parametri in superficie e sul fondo) è molto ricco di vita sia vegetale che animale. Tale ricchezza di vita trova riscontro anche nella fauna ittica la cui abbondanza ha permesso lo sviluppo di una fiorente attività di pesca professionale, con un pescato annuale che ha più volte ampiamente superato, negli anni '60 e '70 i 10.000 q.li (Gianotti, 1962, 1964, 1969 ; Gianotti et al. 1975, Gianotti e Giovinazzo 1975, Gianotti et al. 1984). Dai documenti esaminati si deduce che la comunità ittica ha subito, nel corso degli anni, profonde trasformazioni, legate a diversi fattori: variazioni naturali o indotte dalle attività di pesca, da pratiche di ripopolamento, da introduzioni intenzionali o accidentali di nuove specie, da mortalità dovute a parassitosi o fenomeni di inquinamento.

Le informazioni esistenti, dimostrano che le specie autoctone del lago originariamente erano pochissime, solo sei: Luccio (*Esox lucius* L.), Cavedano (*Leuciscus cephalus* L.), Tinca (*Tinca tinca* L.), Scardola (*Scardinius erythrophthalmus* L.), Anguilla (*Anguilla anguilla* L.), Rovella o lasca (*Rutilus rubilio* Bp.).

Quest'ultima si è estinta in tempi recenti, visto che figurava ancora nell'elenco delle specie presenti nel 1966 (Moretti e Gianotti, 1966). Le motivazioni di tale scomparsa non sono del tutto chiare, ma sicuramente riconducibili a fenomeni di competizione-predazione causati da specie alloctone (es. *Lepomis gibbosus* L.) ed a mutamenti di tipo ambientale (Natali, 1993).

Anche il luccio è ritenuto autoctono anche se la tradizione vuole che sia stato immesso nel 1358 dai Senesi, nell'intento di danneggiare i Perugini, perché distruggesse con la sua presunta voracità la fauna ittica del lago (Moretti G., 1977), ma tale riferimento non trova fondamenti storici attendibili. Per la carpa o regina (*Cyprinus carpio* L.) la prima introduzione sembra essere avvenuta nel 1710 dal Lago di Bolsena (Stella, 1949) da parte del barone Ancaiani. Da allora è entrata a far parte della comunità ittica del lago Trasimeno (Moretti G., 1977), che vide il numero delle specie salire a sette. Nel 1813 fu tentata l'introduzione della trota fario (*Salmo trutta* L.), ma ovviamente senza successo, per l'incompatibilità delle condizioni ambientali del lago con le esigenze di tale specie (Moretti G., 1977).

L'anguilla, che un tempo giungeva al lago dal mare risalendo il Tevere, con cui l'emissario è in comunicazione attraverso i torrenti Caina e Nestore, è ormai da lungo tempo impedita nella rimonta dagli sbarramenti idroelettrici. La sua presenza nel lago è pertanto garantita da immissioni di materiale giovanile.

Nel 1900 sono iniziati, anche a seguito dell'istituzione nel 1917 del Consorzio Pesca ed Acquacoltura del Trasimeno, ricorrenti ed in certi casi massicci interventi di ripopolamento volti a sostenere e potenziare l'attività di pesca professionale, anche attraverso l'introduzione di specie nuove, ritenute di maggiore interesse economico.

A partire dagli anni '20 le immissioni si sono susseguite con frequenza crescente. Il persico sole, persico reale, gambusia e latterino sono tutte specie immesse in quegli anni, ma è soprattutto a partire dagli anni '60 che nella comunità ittica si registrano i maggiori cambiamenti.

Nel 1966 la comunità ittica del Trasimeno contava, infatti, ben 17 specie di cui sei indigene, sette esotiche acclimatate e quattro esotiche non acclimatate (Mugilidae) (Moretti e Gianotti, 1966). E' importante sottolineare che le specie acclimatate sono giunte al lago in massima parte in modo accidentale (es. latterino). Infatti, ad esclusione del persico reale, della carpa e della gambusia, tutte le altre specie sono presenti in seguito ad introduzioni involontarie causate dall'utilizzo di materiale ittico non abbastanza selezionato.

Altre immissioni non hanno avuto esito positivo, quali quella del coregone (*Coregonus sp.*) e della spigola (*Dicentrarchus labrax*), sempre per l'inadeguatezza delle caratteristiche del lago a quelle biologiche di tali specie.

Nel 1988 le specie censite furono diciannove, ma in realtà i nuovi ingressi sono stati più di due in quanto nel frattempo si è registrata la scomparsa della rovella o lasca (*Rutilus rubilio* Bp.), di un cobite (*Sabanejewia larvata* De Fil.) e di tre delle quattro specie di Mugilidi (non più oggetto di semine e non acclimatati) (Natali, 1989).

La lista delle specie esotiche acclimatata si è arricchita per la presenza di pesce gatto, carassio dorato, pseudorasbora, ghiozzetto di Canestrini ed alborella il cui rapido incremento numerico costituisce un problema per le poche specie autoctone che potrebbero risultare svantaggiate per competizione e predazione (Natali, 1993).

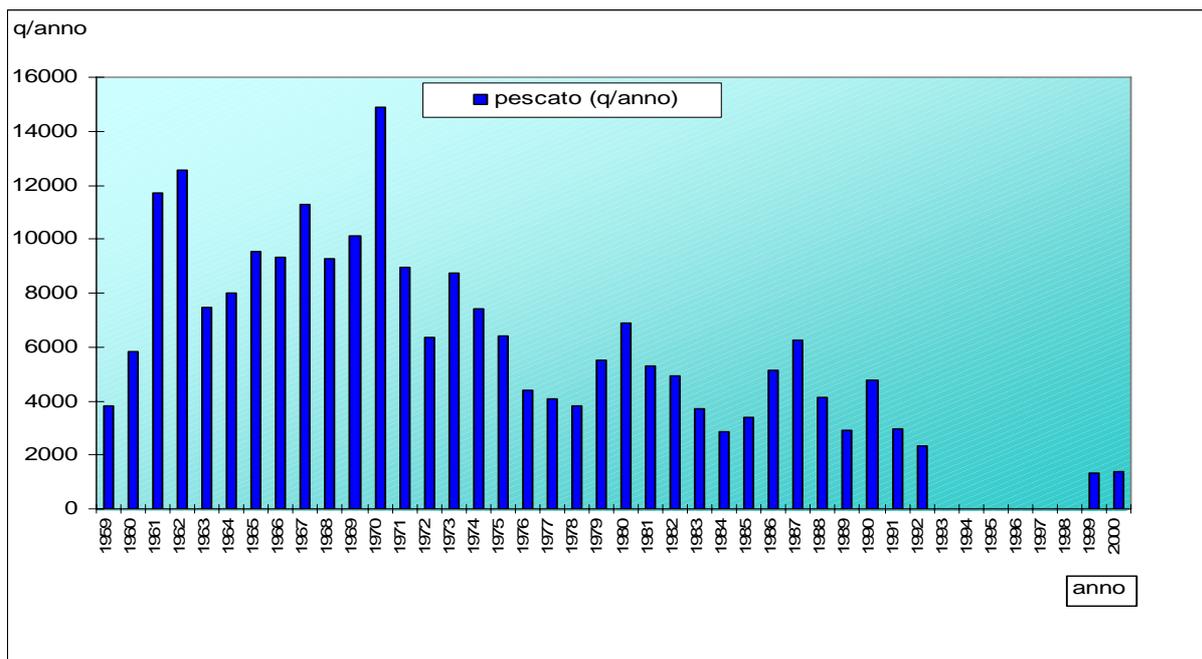
La famiglia più rappresentata è quella dei Ciprinidi, con 8 specie: scardola (*Scardinius erythrophthalmus* L.), cavedano (*Leuciscus cephalus* L.), tinca (*Tinca tinca* L.), carpa (*Cyprinus carpio* L.), alborella (*Alburnus alburnus alborella* De F.), carassio dorato (*Carassius auratus* L.), carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idellus* Val.) e Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva* Schlegel). I Ciprinidi ben si adattano alle caratteristiche di lago laminare ed eutrofo del Trasimeno (Natali, 1993).

Una delle specie esotiche comparse nel lago alla fine degli anni '80 è il persico trota (*Micropterus salmoides* Lac.), specie ittica originaria degli Stati Uniti sud orientali (Natali, 1993). Questa specie ha trovato condizioni ambientali particolarmente favorevoli all'accrescimento ed alla riproduzione, tanto da colonizzare progressivamente tutto lo specchio lacustre. Una ricerca condotta da Lorenzoni et al., 1999, ha mostrato come la sovrapposizione della dieta del persico trota con quella del luccio risulta molto elevata e tale da far pensare ad una forte interazione negativa fra le due specie predatrici ittiofaghe. Tale competizione potrebbe causare pertanto un ulteriore depauperamento del luccio.

Una parentesi deve essere aperta anche per il carassio (*Carassius auratus* L.), specie esotica non destinata al consumo alimentare a livello regionale, immessa accidentalmente nel Trasimeno. L'interesse per tale specie non può che essere notevole, in quanto risulta essere estremamente invasiva per via della sua capacità di tollerare condizioni ambientali estreme, della sua elevata fecondità e dell'ampio spettro alimentare. In pochi anni il carassio dorato è diventata infatti la specie ittica più abbondante del lago e costituisce una minaccia per i ciprinidi indigeni, con i quali compete per il cibo. Sono stati pertanto messi in atto numerosi programmi di contenimento ed eradicazione (Lorenzoni et al., 2006).

Per quanto riguarda l'immissione di specie esotiche nell'ecosistema lacustre si segnala inoltre la comparsa negli ultimi anni del gambero *Procambarus clarki*. Lo studio "*Biology of Procambarus clarkii in lake Trasimeno*" condotto A.J. Dörr. et al., nel 2006, riporta importanti informazioni sulla biologia di questo invertebrato e analizza i motivi della sua rapida espansione nel Lago Trasimeno, ottimo habitat per questa specie.

Per quanto riguarda l'andamento e la composizione del pescato nel Trasimeno, i dati storici esistenti dal 1959 al 1992 e dal 1999 al 2000 contenuti nel lavoro della Provincia di Perugia del 2001 (*Progetto per la rivitalizzazione commerciale della pesca professionale del lago Trasimeno Provincia di Perugia e TSA*), sono riepilogati nel grafico sottostante.



Nel periodo 1963-70 il pescato subisce un incremento notevole, con punte pari ad oltre il triplo dei valori degli otto anni precedenti (1956-63), quando il lago raggiunse il massimo degrado ambientale (profondità massima inferiore ai 3 metri, instaurazione di condizioni distrofiche tipiche di ambienti palustri). Fino al 1970, con fasi alterne, si mantiene su livelli elevati mentre negli anni successivi si registra una brusca caduta con valori addirittura inferiori al periodo 1956-63. Tale andamento ricalca le variazioni di livello del lago nello stesso periodo ed evidenzia lo stretto rapporto fra condizioni ambientali e livello produttivo del lago (M. Mearelli -1985. *La pesca nel Lago Trasimeno: note ambientali e produttive del venticinquennio 1956-80. Umbria Economica*, 4:64-86). A partire dagli anni '70 fino al 2000 si assiste ad un sensibile decremento del quantitativo di pesce prelevato (da oltre 14000 quintali si arriva a meno di 1.500 quintali).

Per quanto riguarda la composizione in specie del pescato, nel quadriennio 1960-63 le tre specie autoctone tinca, anguilla e luccio rappresentavano ben il 60% del pescato. La specie più catturata era il persico sole che da solo ricopriva quasi il 30% del prelievo ittico.

Nel 1990 la situazione appare radicalmente cambiata: la tinca appare al primo posto fra le specie prelevate, mentre il persico sole è praticamente scomparso dalle catture (0,16%). Fra le specie indigene la scardola è quella che maggiormente ha incrementato la propria quota (da 1,92% a 22,34 %), grazie probabilmente ad una scarsa pressione di pesca e dalla maggiore eutrofizzazione delle acque. Il luccio risulta fortemente diminuito dal 17,98% all'1,06%, mentre il cavedano non viene più pescato. Tra le specie introdotte, persico reale e latterino sono quelle che registrano un forte incremento, il primo passa dallo 0,06% al 16,52% e il secondo dal 3,05% al 15,73%. Pesce gatto e persico trota, prima assenti, compaiono nel 1990 e subiranno un forte incremento negli anni successivi.

Nel biennio 1999-2000, e le specie ittiche di interesse maggiore sono : anguilla, carpa comune, luccio, latterino, persico reale, persico sole, tinca e cefalo, fra queste la tinca e il latterino, sono quelle maggiormente catturate.

Nello stesso lavoro vengono fatti degli accenni alle problematiche relative alla gestione della fauna ittica e viene sottolineata la necessità di un riordino del settore, che individui nuovi criteri di intervento e regolamentazione per uno sfruttamento più razionale delle risorse. L'obiettivo è quello di superare le immissioni incontrollate di nuove specie ittiche penalizzando quelle autoctone senza ottenere risultati produttivi interessanti. Emerge, inoltre, la necessità di una programmazione degli interventi nel settore della pesca professionale compatibili con la conservazione delle caratteristiche naturali del lago. A tale riguardo risulta interessante il lavoro di M. Natali "*Sviluppo di semplici forme di acquacoltura nel Lago Trasimeno – Seminario sul Lago Trasimeno*" (1998) nel quale viene preso in considerazione lo sviluppo sul lago Trasimeno di tecniche di acquacoltura a basso impatto ambientale, per attuare l'allevamento in ambiti confinati (gabbie galleggianti o recinti) di specie ittiche di interesse commerciale, senza alterare le popolazioni selvatiche.

La diminuzione del pescato non sembra comunque dipendere da un effettivo decremento della risorsa ittica, poiché negli ultimi decenni si è assistito ad un progressivo aumento di specie ittiche alloctone, di basso valore commerciale, ottimamente acclimatate nel lago tanto da essersi riprodotte cospicuamente.

Una causa della riduzione del pescato potrebbe essere attribuita al diminuito interesse per il settore da parte dei giovani. Dal lavoro "*Ipotesi per la modernizzazione e lo sviluppo della pesca*" di Natali M. del 1998 emerge che il numero di addetti alla pesca professionale nel Lago Trasimeno ha subito un costante declino, riducendosi a meno di 100 unità, con un'età media prossima ai settanta anni. L'autore afferma inoltre che tale fenomeno è imputabile soprattutto alla durezza e incertezza del lavoro. Sarebbe opportuno favorire quindi una trasformazione e modernizzazione della pesca, in modo da renderla più remunerativa ed adatta ai giovani. L'autore prende in considerazione pertanto la possibilità di integrare i sistemi di pesca tradizionali, tutti di tipo passivo, con un sistema di pesca attivo mediante apparecchi di cattura pesci elettrici, già sperimentati per la cattura della fauna ittica a fini scientifici. Tale sistema permetterebbe la cattura di pesci vivi senza danneggiarli, che potrebbero essere utilizzati anche per il ripopolamento e per il mercato della pesca sportiva.

I dati più aggiornati reperiti sulla composizione della popolazione ittica del Trasimeno sono quelli derivanti dalle attività eseguite nei mesi di luglio-agosto e settembre 2001, nell'ambito del *Progetto pilota per la modernizzazione e razionalizzazione della pesca nel Lago Trasimeno* attuato dalla Provincia di Perugia e dal Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Perugia. Le specie catturate attraverso la pesca elettrica nella campagna sperimentale condotta in 29 stazioni su tre aree del Lago, sono in totale 13. Le specie dominanti sono 3 che, complessivamente, rappresentano il 91% del totale (il 44% persico trota *Micropterus salmoides*, il 27% carassio *Carassius auratus*, il 20% persico sole *Lepomis gibbosus*, il restante 9% dalle altre specie). Gli autori dello studio sperimentale precisano che va evitato di generalizzare il risultato per trarre conclusioni rispetto alla composizione della comunità ittica del lago ed in particolare alla sua struttura trofica. E' evidente che per tale analisi occorrerebbe un campione più consistente, maggiormente rappresentativo dei vari ambienti e aree del lago e soprattutto dovrebbero essere considerate le principali stagioni dell'anno. La variabile tempo risulta infatti estremamente importante ai fini del successo di cattura e ciò è dovuto alle esigenze ambientali delle singole specie ed alla loro capacità di adattamento all'evolversi delle condizioni ambientali del lago rispetto alle vicende stagionali.

In conclusione dagli studi analizzati risulta evidente la necessità di attuare un continuo controllo sulla componente ittica del lago Trasimeno, in quanto, come sottolineato più volte, va soggetta a notevoli cambiamenti, spesso con ripercussioni negative sui delicati equilibri dell'ecosistema

lacustre. Il rilevamento della composizione e della struttura della fauna ittica attualmente risulta fondamentale ai fini dell'attuazione della direttiva quadro sulle acque CEE 2000/60, che prevede l'utilizzo delle specie ittiche quali indicatori dello "stato di salute" dei laghi. I diversi impatti antropici possono infatti influenzare, con effetti spesso sinergici, il normale ciclo biologico delle popolazioni ittiche, soprattutto nel corso delle fasi più critiche di riproduzione e di sviluppo prelarvale, compromettendo il successo riproduttivo e, quindi, la stessa dinamica delle popolazioni.

Si auspica inoltre che una maggiore sensibilizzazione verso queste problematiche induca gli enti preposti ai ripopolamenti e gli operatori dedicati alla pesca sportiva e professionale ad assumere atteggiamenti più prudenti e responsabili e ad adottare sempre di più sistemi di gestione di tale risorsa, compatibili con la vocazione del lago.

Bibliografia significativa

- G. Moretti (1958). Il Lago Trasimeno. (Tre anni di studi idrobiologici).
- M. Natali (1989). La fauna ittica del Lago Trasimeno: aggiornamento al 1988. *Riv. Idrobiol.*, Perugia, **28** (1-2): 33-42.
- M. Natali e L. Gennari (1989). Indagine sulla popolazione di lucci (*Esox lucius*) del Lago Trasimeno. *Riv. Idrobiol.*, 28, 1-2.
- Mearelli M., Lorenzoni M., Mantilacci L. (1990). Il lago Trasimeno. *Riv. Idrobiol.*, Perugia, **29** (1), 353-389.
- M. Natali (1993). I pesci del lago Trasimeno. Provincia di Perugia, Ass. to Programmazione e Gestione Faunistica.
- M. Natali (1998). Sviluppo di semplici forme di acquacoltura nel Lago Trasimeno. In Seminario su Il Lago Trasimeno.
- M. Lorenzoni, A.J.M. Dörr, R. Erba, G. Giovinazzo, S. Selvi, M. Mearelli (1999). Sovrapposizione alimentare fra *Micropterus salmoides* Lacépède ed *Esox lucius* Linnaeus nel Lago Trasimeno (Umbria, Italia). Quaderni ETP, 28: 179-184.
- Provincia di Perugia e TSA (2001). Progetto per la rivitalizzazione commerciale della pesca professionale del lago Trasimeno.
- Provincia di Perugia e Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Perugia. (2001). Progetto pilota per la modernizzazione e della pesca nel Lago Trasimeno.
- M. Lorenzoni, M. Corboli, A.J. M. Dörr, M. Mearelli, G. Giovinazzo (2002). The growth of pike (*Esox Lucius* Linnaeus, 1798) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). *Fisheres Research* 59, 239-246.
- M. Lorenzoni, A. Carosi, M. Corboli, G. Pedicillo, I. Montanari, L. Ghetti, M. Natali, R. Dolciami, A. Mezzetti, A. Biscaro Parrini (2005): Accrescimento, biologia riproduttiva e biologia della pesca del carassio dorato (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) nel Lago Trasimeno. Perugia, Regione Umbria, 176 pp.
- Dörr A., La Porta G., Pedicillo G. and Lorenzoni M., (2006). Biology of *Procamburus clarkii* (Girard, 1852) in lake Trasimeno. *Bullettin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 380-381(4):1155-1170.

Bibliografia da reperire

- Gianotti F.S. Moretti G.P. Giganti A.: Il latterino (*Atherina Mochon* Cuv.) nel Trasimeno, *Rivista di Biologia*, 1-29, 1958.
- Cianficconi F.: La biologia della lasca del Trasimeno (*Rutilus rubilio* Bp.v. *Rubella trasimenicus*). *Verh. Internat.Verein.Limnol.*, 14: 782-784, 1963.
- Calderoni P.: Contributo allo studio dello sviluppo e dell'accrescimento del *Rutilus rubilio* del Trasimeno (Ciprinidae, Teleostei). *Rivista di Idrobiologia*, 39-55, 1964.

- Calderoni P.: Considerazioni sulla posizione sistematica della "Laschetta" del lago Trasimeno (Gen. *Rutilus rafinesque* Fam. Ciprinidae)". Rivista di Idrobiologia, 5(1/2), 25-28, 1966.
- Cianficconi F.: Sulle possibilità di allevamento artificiale della lasca del Trasimeno (*Rutilus rubilio* Bp.). Verh. Internat. Verein. Limnol., 16: 1176-1181, 1966.
- Aisa E.: I parassiti rinvenuti nelle specie ittiche del lago Trasimeno. Bollettino di Zoologia, 35, 359 p. 1968.
- Borroni I.: Involontaria introduzione nel lago Trasimeno (Umbria) di un gobide di acqua salmastra (*Knipowitschia panizzai*) a seguito di pratiche ittiogeniche. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33, 297-304, 1976.
- Calderoni P., Giovinazzo G., Mearelli M., Volpi L.: Contributo alla conoscenza di *Exos lucius* L. del lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, 19(2): 347-360, 1980.
- Giovinazzo G., Mearelli M., Mantilacci L.: La scardola (*Scardinius erythrophthalmus* L.) del lago Trasimeno. Atti II Conv. AIIAD - Biologia e gestione dell'ittiofauna autoctona. Torino 5-6 giugno 1987. pag. 147-160, 1987.
- Natali M.: La carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idella* Val.) nel lago Trasimeno. Risultati a quattro anni dall'immissione sperimentale. Rivista di Idrobiologia, 30(2/3): 347-356, 1991.

FITOPLANCTON E ZOOPLANCTON DEL LAGO TRASIMENO

I lavori e gli studi esistenti sul fitoplancton e sullo zooplancton del lago Trasimeno sono numerosi e coprono un arco di tempo compreso tra l'inizio del secolo scorso fino ad oggi.

I documenti reperiti su tale argomento sono circa 60; fra quelli in nostro possesso, alcuni sono più idonei per ricostruire il quadro della situazione.

Il periodo esaminato va dal 1969 (*Taticchi M.I.*, 1971) al 2007 (*Cingolani et al.*, 2008).

Dall'analisi dei contenuti delle varie pubblicazioni, si deduce come la comunità planctonica abbia subito variazioni nel tempo, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo.

Problemi evidenziati

Nel lavoro del 1971 *Taticchi* ha esposto i risultati relativi a campionamenti effettuati in due grandi zone: zona A o pelagica, con profondità tra 5-6m, povera di macrofite, in cui sono state posizionate 3 stazioni); zona B o neritica con profondità 1,30-2,60m, invasa da idrofite in cui sono state posizionate 5 stazioni.

La comunità planctonologica riscontrata nella zona pelagica si mostra differente da quella riscontrata nella zona neritica, anche se non è possibile tracciare un confine netto.

Dai risultati ottenuti l'autore ha dedotto che:

- la **zona pelagica** presentava una comunità planctonica abbastanza omogenea dal punto di vista qualitativo come pure un gradiente di distribuzione verticale, forse legato al grado di trasparenza delle acque; la struttura del plancton, definita a Volvocali-Clorococchi e Rotiferi, starebbe ad indicare uno stato di notevole eutrofia;
- la **zona neritica** si presentava costituita da più biozone, in cui la struttura delle comunità non sempre risultava simile. La presenza di specie sembrava strettamente legata alle condizioni ambientali contingenti di ciascuna biozona (grado di riscaldamento delle acque, durata e intensità dei fenomeni di decomposizione delle idrofite). Si è assistito spesso a rapide morie di plancton in una zona mentre in un'altra si notavano "bloom" esplosivi. Anche in questo caso è stato osservato un gradiente nella distribuzione verticale, più legato, però, al diverso chimismo tra superficie e fondo più che a migrazioni spontanee; anche in questo caso le comunità planctoniche sarebbero tipiche di ambienti eutrofici altamente produttivi (plancton a Volvocali-Clorococchi-Mixofitee e Ciliati-Rotiferi).

L'ambiente, pertanto, si troverebbe in un equilibrio precario e disarmonico, dominato comunque da fenomeni di eutrofizzazione.

Per quanto riguardava la produttività del fitoplancton, si poteva notare che i picchi di massima produzione si avevano in primavera-estate-autunno nella zona pelagica, in primavera-estate nella zona neritica.

Per quanto riguarda la produttività dello zooplancton, i picchi di massima produzione si avevano in primavera -autunno nella zona pelagica, in inverno-estate nella zona neritica.

La comunità fitoplanctonica si era mostrata preponderante rispetto a quella zooplanctonica. Rimaneva difficile riscontrare una interdipendenza tra le due, dato che la produttività primaria non era mai stata tenuta sotto controllo dai consumatori primari. Ciò era avvalorato dal fatto che le specie zooplanctoniche riscontrate erano soprattutto detritivore limnicole e batteriovore.

Tali fenomeni, unitamente ai cambiamenti subiti dalle popolazioni e comunità planctoniche rispetto alle segnalazioni effettuate da Cianficconi (1968) nel 1961-65, hanno portato l'autore a concludere che l'eutrofia del lago potrebbe peggiorare nel corso degli anni.

Nel 1977 *Trevisan* ha studiato le popolazioni fitoplanctoniche del lago, nel periodo luglio 1976-agosto 1977. I campionamenti sono stati eseguiti mensilmente in 3 diverse stazioni, centro lago, la Valle e Monte del lago, e a diverse profondità. L'analisi quali-quantitativa delle specie fitoplanctoniche ha portato all'identificazione di 89 generi e 243 specie fitoplanctoniche.

I valori di densità totale registrati nelle 3 stazioni hanno evidenziato che la Valle è la stazione maggiormente popolata, seguita dalla stazione di Monte del Lago; le misure di densità mostravano una variabilità elevatissima presso tali stazioni. Nella stazione di centro lago, invece, i valori si susseguivano senza enormi sbalzi, e la densità fitoplanctonica era sempre inferiore a quella delle altre due stazioni.

Nei mesi estivo-autunnali presso le zone la Valle e Monte del Lago si poteva notare una forte crescita, un forte calo nei mesi invernali, e una nuova crescita in primavera-estate.

Nel centro lago la biomassa subiva un andamento non troppo dissimile dal precedente.

Confrontando i valori massimi della biomassa registrati nelle diverse stazioni con la scala riportata da Vollenweider (1968) è stato dedotto che la biomassa presente nelle tre stazioni corrisponde a quella di un lago altamente eutrofo, eutrofo, e in una fase di transizione tra meso- ed eutrofia rispettivamente passando dalla stazione con maggiore densità fitoplanctonica a quella pelagica.

In un lavoro pubblicato da *Taticchi* nel 1992 è stato effettuato uno studio delle popolazioni fitoplanctoniche e zooplanctoniche del lago nel periodo gennaio 1989-giugno 1991, nella zona pelagica e nella zona neritica.

Il **fitoplancton** ha mostrato 2 picchi di densità, uno in inverno-primavera e uno in estate; il primo, più modesto, era dovuto alla presenza di Crisoficee, Bacillarioficee, Dinoficee, Criptoficee; il secondo alle Cianoficee e alle Cloroficee.

Le classi di Coniugatoficee, Xantoficee ed Euglenoficee erano poco rappresentate.

Nel periodo analizzato è stata notata una rilevante presenza di ultraplankton nella comunità zooplanctonica, giudicata, tuttavia, molto ridotta rispetto alla marcata presenza di fitoplancton totale; in quel periodo venivano registrati anche valori elevati di clorofilla *a*, componente essenziale del fitoplancton.

Nel 1995 *Hamza* espone i risultati ottenuti da uno studio in situ sul consumo esercitato dallo zooplankton erbivoro sul fitoplancton (**Grazing**) effettuato sul lago Trasimeno nel 1993. L'indagine voleva, inoltre, chiarire se alcune peculiari caratteristiche delle componenti biotiche e la presenza di alcune sostanze chimiche potessero influenzare le comunità planctoniche. La bassa pressione di grazing, collegata alla bassa produttività di consumatori primari (14 e il 26% rispetto ai produttori primari) sembrava dimostrare che il lago poteva essere eutrofico. Altri parametri, concorrevano ad evidenziare uno stato di eutrofizzazione: il detrito in sospensione favoriva lo sviluppo di planctonti detritivori a discapito dei fitofagi, il fitoplancton, dunque, non era soggetto ad un grazing significativo.

Come nel lavoro precedentemente citato, i fenomeni sembravano indicare una condizione di eutrofia del lago.

Il fatto di non aver rilevato quantità notevoli di fosforo sembrava potersi attribuire alla elevata capacità dell'elemento a legarsi ai sedimenti, mentre le difficoltà per il suo rilascio sembravano dovute alla ossigenazione continua dell'interfaccia sedimento-acqua provocata dalle macrofite. Gli autori hanno ipotizzato che i fenomeni eutrofici verrebbero, quindi, mascherati dal mancato ritrovamento di fosforo nelle acque.

Nel 2003 *Ventura* ha effettuato un'indagine sulle Cianoficee potenzialmente tossiche o cancerogene del Trasimeno e sulle tossine eventualmente prodotte (luglio 2001-febbraio 2002). In tale periodo sono state campionate stazioni, a centro lago, in prossimità dei principali immissari e presso le spiagge con frequenza bimensile in estate e mensile negli altri periodi.

La comunità cianobatterica del lago Trasimeno era risultata composta da una notevole varietà di specie. In particolare, tra le forme potenzialmente produttrici di tossine, sono stati rilevati cianobatteri appartenenti ai generi *Microcystis*, *Snowella*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis* per i quali, in letteratura, sono state descritte specie e fioriture tossiche. Fra questi cianobatteri osservati, solo la specie *Cylindrospermopsis raciborskii*, nota per la sua elevata tossicità ha raggiunto una consistenza numerica relativamente significativa. Con l'avvicinarsi della stagione fredda, la comunità si è notevolmente ridotta, fino a scomparire a dicembre e gennaio.

Nel 2003 *Funari* faceva presente che la tossina Microcistina LR, ricercata nel periodo luglio-novembre 2001, risultata presente solo in tracce.

Nel 2005 *Manti* evidenziava che fin dal 1995 era presente nel lago la specie *Cylindrospermopsis raciborskii*, alga produttrice di cilindrospermopsina e saxitossina. Solo nel 2004 l'Istituto Superiore di Sanità aveva potuto determinare la cilindrospermopsina, risultata presente solo in tracce, in concomitanza con una fioritura algale.

Nel 2008 *Cingolani* raccoglie i dati sulla popolazione planctonica rilevata tra il 1992 e il 2007 ed evidenzia che la comunità fitoplanctonica ha subito modificazioni nel tempo, passando da una popolazione composta essenzialmente da cloroficee e diatomee fino al 1990, ad una popolazione che si arricchisce sempre più di alghe azzurre, che nel periodo tardo-estivo, tendono a manifestarsi in vere e proprie esplosioni per tutto lo spessore dello specchio lacustre, fenomeno più evidente negli anni 2004-2005, quando si sono verificate le ottimali condizioni per la crescita di alghe azzurre, quali l'alta temperatura dell'acqua e l'esaltazione dei fenomeni eutrofici.

Tra le alghe filamentose, negli anni '90 si riscontravano soprattutto *Phormidium* spp. ed *Oscillatoria tenuis*, attualmente vengono rilevate le specie *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Oscillatoria* spp. e *Planktothrix agardhii*. La crescita di *Cylindrospermopsis raciborskii* è risultata particolarmente rilevante nel 2004 e nel 2005.

Le principali cause delle fioriture estive di cianoficee possono essere attribuite:

- alle peculiarità del bacino (ridotte dimensioni, scarsità di precipitazioni atmosferiche, modestissima portata dei corsi d'acqua afferenti, mancanza del ricambio delle acque che attualmente non riescono a raggiungere il livello di sfioro);
- all'aumentato afflusso di nutrienti veicolati dagli scarichi civili che, se pur trattati, convogliano continuamente inquinanti nel lago;
- al notevole carico zootecnico localizzato sulle aree agricole per effettuare pratiche di fertirrigazione.

Le azioni da intraprendere per la tutela del lago sono riassunte di seguito:

- la dismissione completa dell'approvvigionamento idrico a fini potabili dal lago Trasimeno,
- l'utilizzo degli scarichi civili trattati per uso irriguo;
- la promozione e l'incentivazione di sistemi innovativi di compostaggio che non prevedono emissioni di reflui, da sostituire alle pratiche di fertirrigazione;
- l'applicazione del Codice di Buona Pratica Agricola;
- una sorveglianza sempre più stringente dell'evoluzione dell'ecosistema lacustre.

In conclusione, gli autori hanno rilevato comunità planctoniche che sarebbero tipiche di ambienti eutrofici altamente produttivi già a partire dal '69. Le cause sono state attribuite alle peculiarità del bacino e alle pressioni antropiche relative all'uso del suolo.

Bibliografia

- Taticchi M.I.: Popolamenti planctonologici. In: Raguagli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del lago Trasimeno, (febbraio 1969-febbraio 1970). Rivista di Idrobiologia, **10**, 93-132 (1971).
- Trevisan R.: Fluttuazione stagionale della densità e della biomassa fitoplanctonica del lago Trasimeno (luglio 1976-agosto 1977). Rivista di Idrobiologia, **16**(3), 297-331, 1977
- Taticchi M.I.: Studies on Lake Trasimeno and other water bodies in Umbria Region (Central Italy). In: Limnology in Italy. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, **50**, 295-317, 1992.
- W. Hamza., Pandolfi P., Taticchi M.I.: Planktonic interactions and their role in describing the trophic status of a shallow lake in Central Italy (Lago Trasimeno). Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, **53**, 125-139, 1995.
- Ventura S.: Il problema ambientale e sanitario delle fioriture di cianobatteri nel lago Trasimeno. CNR - Descrizione e rapporto progetto. 2003
- Funari E.: Il problema ambientale e sanitario delle fioriture di cianobatteri nel lago Trasimeno. ISS- Descrizione e rapporto progetto. 2003
- G. Manti, D. Mattei, V. Messineo, S. Melchiorre, S. Bogialli, N. Sechi, P. Casiddu, A. Luglié, M. Di Brizio, M. Bruno: First report of *Cyndrospormopsis raciborskii* in Italy. Harmful Algae News, **28**: 8-9, 2005.
- Cingolani L., Padula R., Di Brizio M., Ciccarelli E.: Eutrofizzazione del Lago Trasimeno: il problema delle fioriture algali (2007). Atti 14° Convegno di igiene Industriale. Corvara (BZ) 1-4 aprile 2008.

Lavori da recuperare:

- Pasquini P.: La distribuzione verticale ed orizzontale del plancton del lago Trasimeno in estate e sue variazioni. Rivista di Biologia, 5(1): 45-63, 1923.
- Polimanti, O.: Sulla distribuzione verticale ed orizzontale del plancton nel lago Trasimeno nelle varie stagioni. Verh. Int. Ver. Limnol., 3, 1927.
- Gronblad R.: Contribution to the knowledge of the freshwater Algae of Italy. Soc. Sc. Fenn. Comm. Biol., **22** (4), 1960.
- Marchesoni V.: Primo saggio di ricerche sul fitoplancton di alcuni laghi dell'Umbria, Abruzzo e Campania. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 47(3): 539-558, 1940.
- Taticchi M.I.: Ulteriori acquisizioni sui Cladoceri del lago Trasimeno. Boll.Zool., **35**:364-365, 1968
- Cianficconi F.: La produzione primaria misurata con il "metodo di Gaarder e Gran" nel lago Trasimeno (Umbria: Perugia). Rivista di Idrobiologia, **7** (1-2): 3-39, 1968.
- Vollenweider R.A. – Water Management Research. DAS/CSI/68.27 , 1968
- Mugnai M.A., Margheri M.C., Sili C., Turicchia S., Soldati E., Massettone E., Funari E., Scardala S., Di Brizio M. and Ventura S.: The cyanobacterial community of lake Trasimeno. Algological Studies, **128**, 37-64.

QUADRO CONOSCITIVO DELL'IDROGEOLOGIA DEL TRASIMENO

La ricostruzione del quadro conoscitivo dell'idrogeologia del lago Trasimeno è stata effettuata per mezzo di dodici lavori (nove pubblicazioni e tre comunicazioni a congressi), pubblicati dal 1978 al 2006.

Per mezzo di questi lavori è stato possibile reperire informazioni sulle caratteristiche idrogeologiche del bacino del lago, sulle equazioni più o meno semplificate utilizzate nella definizione del bilancio idrologico e sulla storia degli interventi eseguiti sin dall'epoca romana, per la regimazione dei livelli lacustri.

Di seguito vengono riportati, in ordine cronologico, brevi sunti dei lavori sopraccitati.

Nel 1978, Deffenu L. e Dragoni W., in due lavori, descrivono le caratteristiche idrogeologiche del bacino del Trasimeno e valutano gli effetti delle opere idrauliche eseguite tra il 1958 e 1961 (allacciamento dei bacini Tresa e Rio Maggiore). In queste pubblicazioni sono stati utilizzati i dati idrologici e idrometrici relativi al periodo 1921-1974. In particolare sono stati considerati i livelli lacustri mensili misurati il primo giorno di ogni mese, le precipitazioni annuali e mensili (i dati mancanti sono stati ricostruiti con il metodo di Thiessen) e le temperature medie mensili alla stazione di Monte del Lago (periodo 1926-1974). In questi lavori è stata definita la relazione tra precipitazioni, temperature e variazioni di livello. L'inizio dell'anno idrologico è stato fatto coincidere con il primo settembre, visto che luglio e agosto danno al lago un contributo molto scarso in termini di piovosità e che le isofreatiche della falda, che circonda e alimenta il lago, subiscono la massima depressione proprio ad agosto. Con il metodo dei minimi quadrati, è stata ricavata un'equazione che è valida per tutti gli anni con emissario non funzionante. La buona correlazione tra variazioni di livello e precipitazioni, conferma che il bilancio idrico è funzione soprattutto della piovosità annuale. Utilizzando questo modello è stato calcolato che, nelle condizioni meteorologiche attuali, bisognerebbe portare la pioggia critica (pioggia per la quale si avrebbe un bilancio idrologico annuale del lago positivo) da 700 mm/anno a 450 mm/anno, il che comporterebbe un ampliamento del bacino fino a 850 km².

Nel 1999 Dragoni W. ed Evangelisti C. hanno effettuato una revisione dei risultati contenuti in lavori pubblicati alla fine degli anni ottanta, alla luce di nuovi dati e dei problemi attuali del lago. Sono stati considerati i dati idrometrici e pluviometrici relativi al periodo 1963-1997. E' stata ricavata un'equazione che lega il livello del lago alle precipitazioni e, dall'alto valore del coefficiente di correlazione, si deduce che le piogge spiegano le variazioni di livello per il 90%, nonostante queste dipendano anche da altri fattori come la distribuzione temporale delle precipitazioni, la temperatura, i prelievi artificiali ecc. In particolare, per piogge superiori a 700 mm/anno (pioggia critica) il livello aumenta fino a raggiungere la quota di sfioro dell'emissario. Per periodi prolungati con piovosità inferiore alla pioggia critica, si ha una diminuzione continua del volume del lago, favorita anche dalla presenza dell'emissario, che non permette accumulo di risorse idriche nei periodi a più alta piovosità. In queste condizioni le uscite sono essenzialmente dovute all'evaporazione dallo specchio, che porta ad un peggioramento della qualità dovuto ad un aumento della concentrazione di sali disciolti e di inquinanti.

Nel 2001 Evangelisti C. ha eseguito una modellizzazione del lago attraverso l'elaborazione di un nuovo modello idrogeologico a scala mensile e di un modello annuale basato su criteri già utilizzati in passato. Questo ha permesso di approfondire le conoscenze sulla dinamica del lago e di ottenere nuove stime per parametri relativi al lago e al suo bacino, quali le uscite dal lago per evaporazione e prelievi artificiali, l'evapotraspirazione reale dal bacino, il coefficiente di deflusso del bacino e la ripartizione deflusso superficiale-deflusso sotterraneo.

Il modello idrogeologico mensile consiste in un codice di calcolo scritto in Visual Basic che elabora il bilancio idrogeologico del lago e ne simula le variazioni di livello. La calibrazione è stata effettuata sui dati del periodo 1963-1997. Questo modello risulta migliore rispetto a quelli sviluppati in precedenza in quanto fornisce una più valida descrizione dei processi fisici che avvengono nel sistema. Il modello annuale, invece, è costituito dall'equazione che lega le variazioni

di livello del lago alle piogge sullo specchio lacustre. L'interpretazione di quest'equazione in termini di bilancio idrogeologico ha permesso di dare un significato fisico ai coefficienti che la caratterizzano e di ricavare alcuni dei termini incogniti sul bilancio del lago.

Nel 2003 Burzigotti R. et al., hanno ricostruito la storia degli interventi effettuati dall'epoca romana ad oggi, per la regimazione dei livelli lacustri. In questo lavoro è stato applicato un modello a scala mensile (in fase preliminare) per vedere come potrebbe variare il livello del lago se nell'area dovessero protrarsi condizioni climatiche che vedono una diminuzione della piovosità media annua ed un aumento della temperatura media annua. Le variazioni di livello del lago, infatti, sono strettamente legate alle precipitazioni locali, visto che il bacino idrologico coincide con quello idrogeologico, per cui tutta la pioggia che cade all'interno dello spartiacque superficiale, recapita direttamente al lago. In questo lavoro sono stati considerati i dati relativi al periodo 1963-2001. Dai risultati si evince che se la piovosità media annua dovesse diminuire anche solamente del 3%, si avrebbe un consistente abbassamento del livello medio, che risulterebbe drastico con una diminuzione delle piogge medie superiore al 20%. Gli autori suggeriscono di creare condizioni per le quali non si verificano più forti escursioni nel livello del lago. Per questo è necessario portare acqua al lago da altri bacini e limitare gli attingimenti sia dal lago che dalla falda circostante.

Nel 2004 Dragoni W. tratta la crisi idrica del lago considerando le tendenze evolutive del clima su scala globale e ricostruendo le variazioni climatiche in Italia centrale durante gli ultimi 3000 anni. In questo frangente c'è stata un'alternanza di fasi, della durata di qualche centinaio d'anni, con clima mediamente caldo/secco e freddo/umido, con differenze di temperatura media annua di circa 1-2°C. L'attuale lieve incremento di temperatura è accompagnato da una più marcata diminuzione della piovosità media annua e, tendenzialmente, gli anni più caldi sono quelli più siccitosi. La ricostruzione dei livelli lacustri nell'ultimo millennio indica come il lago abbia seguito molto bene le fasi climatiche. La variabilità della piovosità, unita alla natura stessa del lago, hanno implicato forti variazioni di livello a scala annuale e pluriennale. Considerando i dati relativi al periodo 1963-1997, l'autore ha trovato una correlazione tra la piovosità media annua e la variazione di livello, espressa da una retta ottenuta mediante il metodo dei minimi quadrati; il coefficiente di correlazione $R^2 = 0,9$, indica che tale relazione spiega gran parte della variazione totale dei livelli. Questo alto coefficiente è giustificato dal fatto che gran parte dei volumi recapitati al lago nel periodo considerato, è caduta direttamente sullo specchio. E' stata stimata una perdita annua per evaporazione dallo specchio pari a 1,070 m/anno. In base a questi dati l'autore afferma che e l'andamento delle precipitazioni restasse simile a quello degli ultimi cinquant'anni, escludendo annate con piovosità eccezionale, per il recupero del lago sarebbero necessari 4-5 anni.

Nel 2005 sempre Dragoni W. espone le caratteristiche del campo sperimentale di S.Savino, sottolineando l'importanza dei dati che fornirà, una volta a regime, per l'affinamento delle conoscenze sulle dinamiche del lago e sul suo bilancio idrologico. Questo campo sperimentale consiste di due vasche evaporimetriche interrate di grande diametro, con superficie e volume tali da fornire un'altezza di evaporazione molto prossima a quella del lago. In una delle due vasche è stato impiantato un canneto, in modo da ottenere una misura dell'evaporazione dal lago anche nell'area ricoperta da canneto. Dati certi sull'evaporazione effettiva dallo specchio, risultano fondamentali per una migliore gestione del lago, visto che l'evaporazione rappresenta il maggiore flusso in uscita dal sistema (125-150 m³/anno stimati mediante bilancio idrologico).

Nello stesso anno Manciola P. e Casadei S. hanno effettuato una simulazione per valutare l'efficacia di ogni possibile intervento atto a reintegrare il volume del lago, a seconda dei diversi scenari climatici. A tal fine è stato sviluppato un modello di simulazione dello stato idraulico del lago basato sul bilancio idrologico sia del sistema terreno, sia del sistema lacustre, soggetti a diversi contributi pluviometrici. Tale modello è stato applicato al Trasimeno nel caso in cui si ampli il suo bacino imbrifero con i bacini di alta collina dei torrenti Esse, Vallaccia e Formanova. Il modello, atto a rappresentare il complesso processo di trasformazione degli afflussi in deflussi, include come processi idrologici principali le precipitazioni, lo scioglimento delle nevi, l'evaporazione, l'evapotraspirazione, l'infiltrazione, il ruscellamento superficiale, la percolazione e il deflusso di

base. I dati dei livelli ottenuti mediante simulazione di tre diversi scenari (allacciamento del torrente Esse, allacciamento dei torrenti Esse e Vallaccia, allacciamento dei torrenti Esse, Vallaccia e Formanova), sono stati confrontati con i dati di livello registrati nel periodo 1963-1989, che rappresentano l'ipotesi "zero" di non intervento. I risultati mostrano un significativo innalzamento dei livelli, con incremento della quota minima, rispetto all'ipotesi "zero", pari a 13, 37 e 67 cm rispettivamente; si assiste, inoltre, ad una diminuzione delle oscillazioni tra massimo e minimo livello, da circa 1,8 m a 1,41 metri. I massimi e minimi annui osservati e simulati sono stati sottoposti ad analisi di frequenza e regolarizzati con distribuzione di Weibull a tre parametri per i minimi e di Gumbel per i massimi, in modo da stimare il tempo di ritorno, nelle tre differenti ipotesi, sia dei minimi livelli, sia dei massimi. Il tempo di ritorno del minimo livello osservato del lago (256.07 m s.l.m.) passa da 37 anni, nel caso in cui non si intervenga, a 280 anni, con il contributo dei tre bacini. Si osserva, inoltre, una diminuzione del tempo di ritorno associato al livello massimo del lago da 62 anni, per l'ipotesi "zero", a 18 anni per l'ampliamento della superficie del bacino pari a 75 km².

Sempre nel 2005, Dragoni W., Gnucchi L., Melillo M. hanno utilizzato il modello matematico LAGO, scritto in Visual Basic, che simula i livelli di un lago su base mensile, partendo da dati di input quali: curva ipsografica, area del bacino idrografico, precipitazioni sul bacino, precipitazioni sullo specchio d'acqua, temperature, prelievi artificiali, flusso in entrata e flusso in uscita. Effettuando la calibrazione del modello matematico tra i livelli del lago reali e quelli simulati, sono stati stimati l'evaporazione, l'evapotraspirazione, il flusso sotterraneo ed il flusso superficiale. Questo modello matematico risulta il più evoluto e flessibile tra i modelli utilizzati in precedenza per la simulazione della trasformazione afflusso-deflusso dei bacini dell'Italia centrale.

Nel 2006 Dragoni et al., nell'ambito del Progetto di ricerca PRIN "laghi 2003-2005", nato per valutare l'impatto delle attività antropiche e delle variazioni climatiche sul bilancio idrogeologico dei più importanti laghi dell'Italia centrale, hanno messo a punto una versione aggiornata del modello matematico "LAGO", per definire i diversi possibili scenari a seconda della situazione climatica e della gestione della risorsa idrica. La ricerca effettuata nell'ambito del progetto ha evidenziato la forte carenza della rete di acquisizione dei dati. Questo comporta che modelli e simulazioni dei bilanci idrogeologici, per quanto teoricamente validi, possano fornire solamente delle stime approssimative, che contrastano con l'urgenza di attuare interventi e piani di gestione efficaci.

Conclusioni

Dall'insieme dei lavori esaminati emerge la necessità di disporre di dati idrologici, idrometrici ed evaporimetrici attendibili, dato che dalla qualità e quantità dei dati utilizzati, dipende la bontà di modelli e simulazioni dei bilanci idrogeologici, indipendentemente dalla loro validità teorica.

Con una rete di acquisizione dati carente, è possibile ottenere solamente delle stime approssimative, che contrastano con l'urgenza di conoscere a fondo tutti i processi fisici e le dinamiche che si instaurano all'interno del sistema lago. Solamente disponendo di tali conoscenze è possibile attuare piani di gestione della risorsa idrica efficaci e salvaguardare l'ecosistema lacustre.

Problematiche e suggerimenti

- (1978) Le misure idrometriche vengono effettuate in tre stazioni: S. Savino, Passignano e Monte del Lago. L'accuratezza delle misure dipende dalla sensibilità dell'operatore, per cui l'approssimazione su ogni lettura è dell'ordine di 2-3 cm; inoltre, letture effettuate nello stesso momento in diverse località, differiscono tra loro di svariati centimetri. Un ulteriore problema legato alle misure idrometriche è la variazione dello "zero idrometrico" negli anni, dovuta a livellazioni di precisione. In particolare dal 1921 al 1951 vengono attribuite tre diverse quote all'idrometro di S.Savino: 258.42, 257.63, 257.71 m s.l.m.

Dal 1944 al 1946 i dati di livelli e precipitazioni sono frammentari. A partire dal 6 luglio 1949, per comunicazione del Genio Civile, a tutte le letture effettuate a S. Savino sono stati sottratti 32

cm, senza considerare la continuità della serie di dati. L'insieme di questi fattori rende confrontabili solamente i dati idrometrici relativi ai periodi 1921-1943, 1947-1958 e 1959-1974.

- (2001) Evangelisti C. suggerisce di inserire nel già esistente sistema S.I.G.L.A., stazioni adeguatamente attrezzate per la misura dell'evaporazione dallo specchio; effettuare prove di pompaggio per definire i parametri idrogeologici dell'acquifero che circonda il lago; effettuare indagini piezometriche dettagliate e continue, in modo da poter quantificare il deflusso sotterraneo verso il lago; eseguire sondaggi per definire le caratteristiche stratigrafiche del bacino del Trasimeno e, quindi, accertare se esso possa essere effettivamente definito un bacino chiuso. L'autrice suggerisce, inoltre, di condurre studi geochimici ed isotopici, utili nella verifica del bilancio del lago.

Bibliografia significativa

- 1978 DEFFENU L., DRAGONI W. "Caratteristiche idrogeologiche del Lago Trasimeno". Mem. Soc. Geol. It., XIX, pp. 295- 302, 1978.
- 1978 DEFFENU L., DRAGONI W. "Idrogeologia del Lago Trasimeno". Geol Appl. E Idogeol. XIII, pp. 11-67, 1978.
- 1995 TATICCHI M.I., MEARELLI M., CICCHELLA F., POSATI S., VALENTINI M., SALTALAMACCHIA G., MARAZITI A., MICHELI A. "Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione". (3 volumi ciclostilati) MINISTERO DELL'AMBIENTE CIPLA - PROVINCIA DI PERUGIA (S.I.G.L.A.).
- 1999 DRAGONI W., EVANGELISTI C. "Il problema del Lago Trasimeno". Spazio Ambiente, pp. 14-17.
- 2001 EVANGELISTI C. "Il lago Trasimeno: stato delle conoscenze e nuova modellizzazione idrogeologica". Tesi di Dottorato in "Geologia applicata, geomorfologia e idrogeologia" XII Ciclo UniPG.
- 2003 BURZIGOTTI R., DRAGONI W., EVANGELISTI C., GERVASI L. "The Role of Lake Trasimeno (central Italy) in the History of Hydrology and Water Management". IWHA (International Water History association) 3rd International Conference: Alexandria, Egypt 11 - 14 December 2003.
- 2004 DRAGONI W. "Il Lago Trasimeno e le Variazioni Climatiche - The Lake Trasimeno and the Climatic Variations". Progetto informativo dell'assessorato all'Ambiente della Provincia di Perugia, Servizio Gestione e Difesa Idraulica, pp 60.
- 2005 P. MANCIOLA, S. CASADEI "La modellistica idrologica nella gestione di un vaso naturale: il caso del Lago Trasimeno". Giornata mondiale dell'acqua dell'Accademia dei Lincei.
- 2005 CASTELLANI M., DRAGONI W., SETTI M., VINTI G. "Preliminary results of a research on sediments of lake Trasimeno". Abstract GEOITALIA 2005.
- 2005 DRAGONI W., GNUCCI L., MELILLO M. "LAGO, a mathematical model for simulating lake levels". Abstract GEOITALIA 2005.
- 2005 DRAGONI W. "Il problema del bilancio e dell'evaporazione del Lago Trasimeno". Int. Meeting: lacustrine systems management-The Case of Trasimeno Lake: comaring experience. Castiglione del Lago (PG) September, 13, 2005, 5 pp.
- 2005 DRAGONI W., GNUCCI L., LOTTI F. "Problemi ambientali ed idrogeologici dei principali Laghi dell'Italia Centrale". In press, Atti del Convegno "Lagune, Laghi e Invasi artificiali Italiani" Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 22 Marzo 2005.
- 2006 DRAGONI W., PISCOPO V., DI MATTEO L., GNUCCI L., LEONE A., LOTTI F., MELILLO M., PETITTA M. "Risultati del progetto di ricerca PRIN "Laghi 2003-2005", Giornale di Geologia Applicata 3, 39-46.

BENTOFAUNA DEL LAGO TRASIMENO

Dall'analisi dei dati bibliografici raccolti al fine di fornire un inquadramento faunistico esaustivo, si desume che la fauna bentonica (larve o piccoli organismi acquatici associati al substrato e di taglia superiore ad 1 mm) del Lago Trasimeno ha subito negli anni notevoli fluttuazioni di popolazione, sia dal punto di vista qualitativo, che da quello quantitativo.

Moretti nel lavoro eseguito nel 1954 si dedicò allo studio dei Tricotteri (ordine di Insetti) del Trasimeno; in tale occasione l'autore definì il Lago "ad *Ecnomus*", identificando nella popolazione dei Tricotteri Ecnomidae la componente caratterizzante i macroinvertebrati.

Nel 1962 (Tinarelli) fu realizzato uno studio relativo alla popolazione degli Emitteri, insetti euribionti, ovvero che ben si adattano a fluttuazioni del livello idrometrico o a variazioni dei parametri chimico-fisici, quali ossigeno, pH, durezza e sostanza organica. L'indagine mise in luce la presenza di 11 specie e accertò l'importanza che l'ordine riveste nella rete alimentare lacustre, attraverso l'osservazione dello stretto legame trofico tra il latterino *Atherina mochon* e *Plea atomaria*.

Nel 1971 (Di Giovanni, *et al.*) fu effettuato uno studio più completo sul macrobenthos. La comunità risultò rappresentata da Platelmini, Nemertini, Nematodi, Anellidi, Crostacei, Aracnidi, Insetti, Molluschi (organismi euribionti e cosmopoliti). Le popolazioni dominanti appartenevano a Ditteri Chironomidi ed Emitteri. L'indagine mise in evidenza come le caratteristiche idromorfologiche del lago laminare determinassero, di fatto, un equilibrio ecologico precario, influenzando la produttività del fondo lacustre. La comunità bentonica, infatti, risultava più ricca di individui nel periodo invernale, mentre mostrava una marcata riduzione di densità in estate, in corrispondenza dell'esplosione dei fenomeni di decadimento della sostanza organica.

Dalle ricerche condotte nel 1988 (Cianficconi *et al.*) su Tricotteri e Coleotteri, emerse che, rispetto ai sondaggi effettuati tra il 1954 e il '70, la fauna si era arricchita di 11 specie: 4 lacustri e 7 non lacustri. Per la prima volta al Trasimeno furono segnalate 3 specie (*L. flavospinosus*, *O. lacustris* e *M. azurea*). Per quanto riguarda la coleotterofauna, furono reperiti 38 *taxa* appartenenti a 5 famiglie euribionti, ad ampia valenza ecologica.

Nel 1993 fu effettuata un'indagine a valenza igienico-sanitaria per valutare la consistenza della popolazione di Insetti Chironomidi, che da qualche anno, creavano notevoli problemi agli abitanti dell'area. Il lavoro fu concluso delineando una serie di provvedimenti pratici utili a contenere i disagi: uso di adulticidi a basso impatto ambientale e installazione di pannelli di diversione. Gli scarsi risultati ottenuti, hanno denunciato che a tutt'oggi risulta fondamentale continuare a sviluppare linee di ricerca mirate ad identificare misure di lotta più idonee e durature. A tale scopo si renderanno necessari approfondimenti sulla distribuzione delle specie e sull'efficacia dei sistemi di controllo via via adottati.

Nel 2000 (Spilinga *et al.*) fu rilevata per la prima volta una presenza massiccia del mollusco alloctono, *Dreissena polymorpha*, introdotta dal bacino Ponto-Caspiano in gran parte dell'Europa probabilmente con carichi di avannotti importati o con imbarcazioni trasferite da un bacino all'altro. Gli autori hanno ipotizzato che nel tempo tale mollusco possa sostituire esponenti malacologici tipici del Trasimeno, quali *Anodonta anatina* e *Unio*, le cui popolazioni risultavano compromesse a causa delle condizioni anossiche del fondo lacustre. Osservazioni effettuate nel 2001 da ARPA (Charavgis e Cingolani) evidenziarono che *Dreissena* si attaccava tenacemente in fitti grappoli ai cauli delle macrofite, da cui, probabilmente, ricavava notevoli quantità di ossigeno per la respirazione. I motivi sopra esposti fanno ritenere necessario monitorare la diffusione e la consistenza del Bivalve, al fine di scongiurare o contenere eventuali effetti negativi prodotti sull'habitat lacustre.

Nel 2003 fu effettuato uno studio sulla bentofauna dell'area costiera associata alla fitocenosi *Phragmitetum australis*. Nelle 3 campagne di monitoraggio eseguite in inverno, primavera ed estate, furono reperite 17 famiglie di macroinvertebrati bentonici tipici di habitat lentici e lacustri, tra cui spiccavano i Ditteri Chironomidi. Nell'ambiente idrofatico fu osservata una chiara

dominanza del Gasteropode Polmonato *Physa acuta*. Come nei lavori precedenti, i *taxa* reperiti risultavano appartenere ad organismi tolleranti e con ampio spettro di adattabilità. In particolare, fu segnalata una massiccia presenza di *Chironomus plumosus*, dittero tipico di substrati anossici e ricchi di sostanza organica in decomposizione. Lo studio, pertanto, segnalava come il fenomeno già osservato da Di Brizio *et al.* nel 1993, abbia continuato ad interessare l'ecosistema lacuale, con tutte le problematiche connesse.

La ricerca metteva in luce, come nella maggior parte della fascia neritica del Trasimeno, si fosse verificata una sensibile perdita di nicchie ecologiche, attribuibile sia alla crisi idrica, che alla marcata anossia del substrato. Tali eventi andavano a limitare fortemente la diversità bentonica. Particolari *taxa* caratterizzanti l'area del canneto (es. Tricotteri Limnephilidae e Leptoceridae), infatti, risultavano scomparsi, mentre prevaleva, tra i Chironomidi, il *C. thummi plumosus*.

In conclusione, la fauna bentonica del Trasimeno ed, in particolare il *C. plumosus*, dovrebbero essere oggetto di un monitoraggio regolare e reiterato nel tempo, utile a definire un piano di ripristino ambientale efficace.

Bibliografia significativa

- MORETTI G.P., 1954 - Le note più salienti della colonizzazione tricotterologica del lago Trasimeno. Boll. Zool., 21(2), 503-529, 1954.
- TINARELLI A.M., 1962 - Distribuzione e habitat di alcune specie di emitteri acquatici nel lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, 2(1), 75-110, 1962.
- DI GIOVANNI M.V., 1971 - Popolamenti macrobentonici. In: Raggiugli sulle condizioni fisiche, chimiche, planctonologiche e bentoniche del lago Trasimeno, (febbraio 1969-febbraio 1970). Rivista di Idrobiologia, 10, 135-147(1971).
- CIANFICCONI F., CORALLINI SORCETTI C., 1988 - Ripartizione delle comunità, tricotterologiche e coleotterologiche nelle tre Isole del lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, 27(2/3): 497-546, 1988.
- MORETTI G.P., CIANFICCONI F., CORALLINI SORCETTI C AND BOSCHERINI A., 1992 - Fluctuation of Trichoptera populations in Lake Trasimeno (Italy). Proc. 7th Int. Symp. Trichoptera.
- DI BRIZIO M., RANOCCHIA D., GIORGI P., FOSSATI G., COLARUSSO F., 1993 - Esperienza di lotta integrata ai chironomidi nel bacino del lago Trasimeno. Disinfestazione, 2:27-31, 1994.
- SPILINGA C, CHIAPPAREDDO U., PIRISINU Q., 2000 - *Dreissena polymorpha* (Pallas) al lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, vol.39, pag.145-,2000.
- TODINI B., PIERSANTI S., 2003 - Resoconto delle attività di monitoraggio delle popolazioni di macroinvertebrati. In: Relazione conclusiva sulle attività di raccolta dati sulla fauna e sulla vegetazione. "Progetto Life Natura "Ripristino habitat e conservazione ardeidi sul Lago Trasimeno". LIFE02NAT/IT/8556.
- CINGOLANI L., CHARAVGIS F., 2004 - Il lago Trasimeno ha un nuovo ospite. Rivista Micron n.0, anno I
- DI VEROLI A., GORETTI E., FABRIZI A., MARCUCCI C., COLETTI A., DI GIOVANNI M.V., DI GIULIO A.M., 2007 - Chironomidi (Diptera) della zona litorale del Lago Trasimeno. Atti 68° Congresso Unione Zoologica Italiana. 100.

Dati disponibili:

- MORETTI G.P., 1954 - Le note più salienti della colonizzazione tricotterologica del lago Trasimeno. Boll. Zool., 21(2), 503-529, 1954. (p. 508)

- CIANFICCONI F., CORALLINI SORCETTI C., 1988 - Ripartizione delle comunità, tricotterologiche e coleotterologiche nelle tre Isole del lago Trasimeno. *Rivista di Idrobiologia*, 27(2/3): 497-546, 1988. **(pp. 506-510)**
- MORETTI G.P., CIANFICCONI F., CORALLINI SORCETTI C AND BOSCHERINI A., 1992 - Fluctuation of Trichoptera populations in Lake Trasimeno (Italy). *Proc. 7th Int. Symp. Trichoptera*. **(pp. 224-226)**

QUADRO CONOSCITIVO SEDIMENTI

La ricostruzione del quadro conoscitivo sui sedimenti del lago Trasimeno è basata su 7 lavori ritenuti più significativi, realizzati a partire dai primi anni novanta. I lavori fino ad oggi eseguiti hanno indagato i livelli di concentrazione dei principali inquinanti su diversi settori del lago, analizzato, almeno in parte, i meccanismi di scambio dei nutrienti tra sedimento e acqua e studiato la composizione mineralogica, oltre che granulometrica, dei sedimenti. Gli studi sono stati effettuati su campioni di carote, per profondità fino a 25-50 cm, e di bennate, mediante le quali si ottengono porzioni più superficiali di sedimento.

Morozzi (1996) e De Bartolomeo et al. (2004), indicano la presenza di inquinamento antropico sui campioni analizzati a causa della presenza di IPA e tensioattivi. Inoltre mettono in evidenza l'associazione e l'interdipendenza tra alcune variabili (specie inquinanti e parametri significativi), come quella tra concentrazione di materia organica (OM) e idrocarburi policiclici aromatici (PAH) e tra alchilsolfonato lineari (tensioattivi, LAS) e solfuri acidi volatili (AVS). Il comportamento dei metalli pesanti risulta meno chiaro; alcuni sono associati a solfuri, vista la capacità di formare solfuri insolubili ed in maniera minore anche con il contenuto di carbonio inorganico (IC); altri invece (es. rame) sono associati fortemente con il carbonio inorganico. Tuttavia le frazioni di metalli rilevate nei sedimenti risultano di non facile rilascio a causa delle condizioni chimiche, fisiche e ambientali (*Tiberi, 1991; De Bartolomeo et al., 2004*). Lo stato riducente dei sedimenti non sembra inoltre influenzare la concentrazione di ossigeno disciolto della colonna d'acqua a contatto con i sedimenti stessi, che presenta sempre concentrazioni prossime alla saturazione. La distribuzione del carico inquinante infine, risulta complessivamente superiore nei sedimenti della fascia rivierasca rispetto alla zona di centro lago.

Tra i meccanismi chimico-fisici che sono ritenuti avere un ruolo potenzialmente determinante nell'accumulo di fosforo nei sedimenti, viene ricordato l'adsorbimento chimico-fisico su materiale di fondo riportato in sospensione, la precipitazione dalle acque come idrossiapatite e la coprecipitazione con carbonato di calcio. Le quantità di nutrienti immagazzinate nei sedimenti sono valutabili nell'ordine delle centinaia di tonnellate di P e migliaia di tonnellate di N (*S.I.G.L.A., 1995*). *Tiberi (1991)* evidenziava come il P nei sedimenti non sia in concentrazioni molto elevate, se paragonate ad altri laghi. In condizioni di saturazione di ossigeno della colonna d'acqua il rilascio di P non costituisce un problema per l'ecosistema lacustre, mentre nel caso di condizioni anossiche il fenomeno di risolubilizzazione potrebbe diventare più consistente. Prove di laboratorio hanno mostrato che generalmente il fosforo risulta legato al calcio e che la frazione di fosforo facilmente scambiabile è presente sempre in percentuali piuttosto basse, dell'ordine del 2 - 3% (*Viotti et al., 2002*).

I sedimenti mostrano generalmente un elevato contenuto organico e dal punto di vista granulometrico sono classificabili come argille e limi-argillosi, lungo la costa meridionale, e come sabbie, con percentuali variabili di argille e limi, lungo la costa settentrionale. Le analisi mineralogiche indicano la presenza di un apprezzabile quantità di smectite, minerale caratterizzato da una elevata capacità di trattenere o adsorbire metalli pesanti e sostanza organica nella sua struttura (*Castellani et al., 2005*).

Nell'ambito delle indagini geofisiche effettuate da *ISMAR-CNR* nel 2005, l'analisi dei profili di ^{210}Pb e ^{137}Cs su carote di sedimento ha permesso di stimare la velocità di sedimentazione degli ultimi 50-100 anni, che risulta mediamente pari a circa 0.3 cm/anno. Tale valore risulta superiore ai ca. 0.1 cm/anno, stimati indirettamente sulla base del trasporto solido dei torrenti presenti all'interno del bacino (*Prov.PG-CIPLA-UniPG, 2003*).

Per quanto riguarda gli interventi sui sedimenti lacustri, nell'ambito del progetto *S.I.G.L.A. (1995)* è stato proposto un approccio integrato. In particolare la rimozione dei sedimenti dovrebbe essere effettuata solo da alcune zone critiche, mediante tecnologie che minimizzino l'impatto ambientale conseguente a questo tipo di operazione. Questo dovrebbe avvenire all'interno di un più ampio

progetto di riduzione del carico dei nutrienti confluenti al bacino. Nel “Piano per la riduzione degli apporti solidi al lago Trasimeno” (Prov.PG-CIPLA-UniPG, 2003), viene evidenziata l’importanza di effettuare una attenta valutazione dei possibili impatti ambientali conseguenti alla rimozione dei sedimenti. Tra le soluzioni proposte per la riduzione del carico solido verso il lago, vi è l’escavazione di alcune vasche di colmata nei pressi delle foci dei torrenti della costa sud-occidentale, unitamente all’esecuzione di barriere semisommerse in terra ricoperte da canneto.

In conclusione, gli studi svolti in questi anni hanno permesso di ottenere una discreta caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti. Tuttavia per quanto riguarda il meccanismo di scambio dei nutrienti tra acqua e sedimento, deve essere ancora esaminata con maggiore dettaglio l’influenza dalle variazioni ambientali (climatiche, idrologiche), sia su scala stagionale che diurna. In particolare, deve essere indagata l’interdipendenza tra caratteristiche chimico-fisiche di sedimenti e acque, concentrazione dei gas disciolti e attività della vegetazione sommersa, nella sottile zona di interfaccia acqua-sedimento. Infine, lo studio e la caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti lacustri nei diversi settori del lago, potrebbe fornire indicazioni utili alla comprensione di problematiche che riguardano anche altre tematiche ambientali (es. regressione canneto, variazione negli anni del tasso di interrimento lago).

Nell’ambito del “*Progetto Osservatorio Trasimeno*” svolto da ARPA Umbria, è in corso uno studio sui sedimenti finalizzato alla caratterizzazione e definizione dei trend di accumulo di inquinanti negli ultimi decenni e alla verifica dei meccanismi di scambio dei nutrienti tra acqua e sedimento.

Bibliografia significativa:

Chimica sedimenti:

- Tiberi O. Analisi di componenti abiotiche nei sedimenti del Lago Trasimeno. Riv. Idrobiol., 30, 2-3. 303-337, 1991.
- Taticchi M.I., Mearelli M., Cicchella F., Posati S., Valentini M., Saltalamacchia G., Maraziti A., Micheli A. Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione. MINISTERO DELL’AMBIENTE CIPLA - PROVINCIA DI PERUGIA (S.I.G.L.A.) 1995.
- Morozzi G. Relazione semestrale relativa allo studio dei sedimenti del Lago Trasimeno. Dip.Biologia Cellulare e Molecolare. Relazione, 1996.
- Viotti P., Galeotti L., Scaffoni S., Sappa G., Lecce M., Stracqualursi N. Analisi sperimentale dei flussi di fosforo dai sedimenti di un lago: il caso del Lago Trasimeno (Italia). VI SIBESA. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.
- L.Gervasi, G.Sciurpi, P.Tenti, S.Vignali, W.Galinari, D.Spaccapelo, D.Pallotti, S.Merlini, M.Lorenzoni, S.M.Murgia, W.Dragoni. Piano per la riduzione degli apporti solidi al lago Trasimeno. Prov. di Perugia-Serv. Difesa e Gestione Idraulica, UNIPG e CIPLA, 2003.
- De Bartolomeo A., Poletti L., Sanchini G., Sebastiani B., Morozzi G. Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis. Chemosphere, 55, 1323-1329, 2004.
- Castellani M., Dragoni W., Setti M., Vinti G. Preliminary results of a research on sediments of Lake Trasimeno. Convegno Geitalia-Spoleto 2005, (Abstract).

Geologia, geofisica, geomorfologia:

- A.A.V.V. Rilievo geofisico del Lago Trasimeno per la realizzazione del Foglio Geologico scala 1:50000 N.°310 Passignano sul Trasimeno. Progetto CARG-RELAZIONE Finale. ISMAR-CNR, Regione dell’umbria, UNIPG, UNIPI, Coastal Consulting Exploration, 2005.
- A.A.V.V. Piano per la riduzione degli apporti solidi al lago Trasimeno. Prov. di Perugia-Serv. Difesa e Gestione Idraulica, UNIPG e CIPLA, 2003.

Dati disponibili:

Per quanto riguarda i dati chimici e chimico-fisici esistenti sui sedimenti del lago Trasimeno si rimanda alle seguenti fonti:

- Tiberi O. Analisi di componenti abiotiche nei sedimenti del Lago Trasimeno. Riv. Idrobiol., 30, 2-3. 1991, 303-337.
- Taticchi M.I., Mearelli M., Cicchella F., Posati S., Valentini M., Saltalamacchia G., Maraziti A., Micheli A. Piano per la gestione ed il controllo del bacino del lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione. MINISTERO DELL'AMBIENTE CIPLA - PROVINCIA DI PERUGIA (S.I.G.L.A.). **Dati analitici del progetto (periodo 23/4/91-30/11/92) raccolti su un volume di Appendice.**
- De Bartolomeo A., Poletti L., Sanchini G., Sebastiani B., Morozzi G. Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis. Chemosphere, 55, 2004, **pp. 1326.**
- *ARPA Umbria:*
Dal 2000 è attivo il *Programma per il controllo dei sedimenti* su 12 stazioni, con la determinazione di Colore, Trasparenza, Odore, Solidi totali volatili, Residuo secco, Coliformi fecali, Frazione sottile, Granulometria (<63 μ)gr.

Lavori da recuperare:

- Poletti L., Ludovisi A., Proietti G., Poletti A. Explorative statistical analysis of PAH pollution in some compartments of lake Trasimeno. Annali di Chimica - J. Anal. And Env. Chem. 87: 777-788, 1997.

FLORA E VEGETAZIONE DEL LAGO TRASIMENO

I lavori e gli studi esistenti sulla vegetazione e flora del lago Trasimeno sono numerosi e coprono un arco di tempo piuttosto lungo (i primi studi risalgono, infatti, al 1895 con Cicioni). I documenti reperiti su tale argomento sono circa 37 e comprendono sia studi specifici sia rilevamenti e monitoraggi sulla composizione della vegetazione e della flora nei vari anni. Per ricostruire il quadro della situazione sono stati presi in considerazione circa dieci pubblicazioni, ritenute più significative, che vanno dal 1965, con il lavoro di *Granetti*, al 2008, con il lavoro di *Venanzoni et al.* Dall'analisi dei contenuti dei vari studi, si deduce come la vegetazione abbia subito notevoli variazioni nel tempo, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo.

Gli studi più importanti che hanno contribuito a fotografare lo stato della vegetazione lacustre negli anni attraverso il rilevamento e censimento delle specie e associazioni vegetali presenti sono:

1. il lavoro di *Granetti* del 1965, in cui l'autore ha messo in evidenza come le modificazioni della vegetazione litoranea e idrofittica del lago Trasimeno siano fortemente legate alle vicende idrologiche a cui è andato incontro lo specchio d'acqua negli anni, causa di continue alterazioni degli habitat. Nello studio è stata evidenziata la scomparsa di circa 30 specie rispetto ai rilevamenti effettuati da Cicioni a fine '800 e Barsali a inizio '900 (come ad es. *Nuphar luteum* (L.), *S. et S.*, *Caltha palustris* (L.), *Hyppuris vulgaris* (L.) *Potamogeton graminea*, *Sagittaria sagittifolia* ecc.) e come altre specie siano divenute sempre più rare e a rischio di estinzione (circa una quarantina);
2. la Carta della Vegetazione del Comprensorio Trasimeno, di *Orsomando e Catorci* (1991), nella quale vengono descritte in dettaglio le 34 unità vegetazionali rilevate nel corso dei campionamenti. Per ogni associazione vegetale viene fornito un quadro dello stato di conservazione, diffusione e composizione floristica, le variazioni subite rispetto agli anni precedenti e il processo di restringimento delle aree occupate da alcune di esse rispetto ai rilevamenti effettuati da altri autori (es. *Hydrocharitetum* e *Typhetum angustifoliae*). Il lavoro ha messo in evidenza come il progressivo aumento dell'impatto antropico abbia colpito prevalentemente la fascia costiera e sub-litoranea (canneto e fragmiteto) e lo specchio lacustre. I fenomeni di degrado riscontrati possono essere riassunti in: forte squilibrio tra le aree antropizzate e naturali o seminaturali, alterazione delle zone planiziarie con riduzione dei boschi e brughiere a calluna, pratiche silvo-colturali, distruzione della vegetazione ripariale, apertura cave, abbandono dei castagneti, estinzione di specie rare ed introduzione di specie esotiche attorno al lago;
3. il lavoro del 2005 di *Cecchetti et al.*, in cui sono stati inventariati e mappati gli habitat di interesse comunitario e le cenosi vegetali del Parco del lago Trasimeno, allo scopo di creare una banca dati informatizzata e aggiornabile sulla vegetazione lacustre. Nella pubblicazione sono state elaborate numerose schede descrittive relative alle cenosi vegetali campionate, in cui vengono riportate informazioni relativamente alla loro distribuzione, estensione, composizione floristica, variazioni rispetto agli anni precedenti ecc.,
4. lo studio effettuato da *Legambiente, Università degli Studi di Perugia e Comunità Montana Monti del Trasimeno* nell'ambito del progetto "Ripristino habitat e conservazione ardeidi sul lago Trasimeno", nel quale sono stati descritti e inventariati gli habitat di interesse comunitario o di rilevante importanza naturalistica presenti nello specchio lacustre e le cenosi vegetali che li compongono. Anche in questo caso sono state compilate schede descrittive relative alla composizione floristica, ecologia, distribuzione e riferimenti bibliografici delle associazioni vegetali monitorate. Dal quadro conoscitivo emerge che il lago Trasimeno è caratterizzato da un ricco complesso di habitat di rilevanza notevole e da una buona biodiversità ma sono stati evidenziati anche molti elementi di rischio che denotano una situazione di marcata vulnerabilità dell'ecosistema.
5. a completamento degli studi sopracitati, sono disponibili anche i risultati del monitoraggio effettuato sulla vegetazione idrofittica delle aree aperte del lago Trasimeno nel corso del

2007 (Cecchetti e Lazzerini), che hanno portato all'individuazione di 8 aree lacustri (**strati**), di diverse caratteristiche per profondità, trasparenza e copertura vegetale. I dati ottenuti, inoltre, sono stati utilizzati per il calcolo dell'indice macrofitico TRS (Trophic Ranking Score), allo scopo di valutare il grado di trofia del lago Trasimeno attraverso la composizione delle comunità acquatiche rilevate. Dall'applicazione dell'indice risultano confermate le condizioni di generalizzata eutrofia delle acque del lago.

Per quanto riguarda la vegetazione elofitica in particolare, sono stati effettuati due studi specifici sul canneto del lago Trasimeno e sulle tecniche di gestione più appropriate, che contribuiscono a definire il quadro sullo stato della vegetazione palustre:

- all'interno del progetto "Intervento di riqualificazione del canneto per la conservazione della biodiversità del lago Trasimeno" (Provincia di Perugia, Venanzoni et al., 2008), è stato effettuato uno studio sullo stato di conservazione del canneto, in seguito ad osservazioni effettuate nel tempo e riguardanti alcuni sintomi di sofferenza a carico dell'ecosistema (scarsa vitalità del canneto e scarsa colonizzazione delle aree spondali venute in superficie nei periodi di crisi idrica). Era stato notato, infatti, che negli ultimi decenni la vegetazione spondale a dominanza di *Phragmites australis* era andata incontro a fenomeni di declino e moria assimilabili alla sindrome *die-back* riscontrata nel Nord Europa. Le indagini svolte hanno evidenziato alcuni sintomi di degrado, osservati anche marcatamente, che sono stati raggruppati in due livelli principali: anomalie nell'accrescimento e nella fioritura di *Phragmites australis* e fenomeni di banalizzazione floristica e invasione di specie sinantropiche, con conseguente alterazione delle fitocenosi. Sebbene solo alcuni dei fenomeni osservati rientrino nella patologia del *die-back* (presenza di *clumping*, gemme morte ecc.), anche se non con una sintomatologia così completa da notificarne la presenza, si può comunque affermare che il canneto del lago Trasimeno presenti uno stato di sofferenza e compromissione. Dalla correlazione tra parametri biologici e caratteristiche ambientali delle stazioni monitorate, è stato prodotto anche un elenco di quelle che sono le potenziali fonti di impatto sul canneto e di quali dovrebbero essere le linee di ricerca e di azione da adottare per migliorare lo stato di conservazione del canneto.
- in un altro studio della Provincia di Perugia (*Il Canneto: un contributo scientifico per le buone pratiche di gestione del lago Trasimeno*), è stata effettuata una valutazione dell'impatto delle diverse pratiche gestionali del canneto nei confronti dell'avifauna nidificante, al fine di individuare quali sono quelle preferenziali per il mantenimento della biodiversità e per garantire lo sviluppo del fragmiteto senza danneggiare le popolazioni di uccelli ripariali. A conclusione della sperimentazione, il taglio semplice e il taglio con riprofilatura delle sponde sono risultate le tecniche di gestione preferenziali sia per uno sviluppo ottimale del canneto sia perché prive di impatti sulla fauna ornitica monitorata .

Infine, per completare il quadro conoscitivo sulle variazioni quantitative e qualitative della vegetazione del lago Trasimeno, va segnalato lo studio effettuato da Venanzoni e Rampiconi del 2001, in cui vengono analizzate le modifiche subite dalla vegetazione palustre nel periodo compreso tra il 1957 e il 1994. I risultati hanno evidenziato come negli ultimi 40 anni la vegetazione abbia subito un notevole incremento negli anni '70, una notevole diminuzione negli anni '90 e soprattutto come le oscillazioni del livello del lago e l'aumento delle superfici coltivabili abbiano portato ad una progressiva scomparsa della fascia a prati umidi e di transizione. A tale proposito, viene rimarcata l'importanza di ripristinare questo tipo di vegetazione, riallacciandosi ad uno studio sperimentale condotto tra il 1998 e il 2000 a Castiglion del lago (Apruzzese e al.), dove, in un'area sottratta alle coltivazioni agricole, è stata possibile osservare la formazione spontanea di una fascia semi-naturale ricca di specie floristiche e vegetazionali particolarmente importanti.

In tutti gli studi effettuati viene evidenziato un degrado generalizzato dell'ecosistema palustre e della vegetazione che lo caratterizza.

In generale, le problematiche che da sempre affliggono il lago Trasimeno sono riconducibili sia al regime fortemente irregolare delle acque sia alle varie forme di impatto antropico: immissione diretta o indiretta di sostanze derivanti da attività agricole, zootecniche, industriali, scarico in corpo idrico di acque reflue urbane e domestiche, eccessivi attingimenti, avanzamento delle colture agrarie a scapito delle aree occupate dalla vegetazione ecc.

Le conseguenze che ne derivano sono molteplici:

- forte squilibrio tra le aree antropizzate e quelle naturali e seminaturali
- diminuzione delle aree occupate dalla vegetazione umida e palustre
- marcata semplificazione del paesaggio e frammentazione degli habitat
- aumento del rischio di eutrofizzazione delle acque
- riduzione di biodiversità specifica e cenotica
- scomparsa di un preoccupante numero di entità floristiche nel corso dell'ultimo secolo
- massiccia proliferazione e diffusione di specie nitrofile e infestanti
- scomparsa di cenosi di elevato interesse naturalistico, quali quelle a prati umidi e di transizione
- compressione della copertura vegetale elofitica e conseguente riduzione dell'attività fitodepurativa normalmente svolta dalla vegetazione spondicola
- frammentazione, assottigliamento e impoverimento floristico delle cenosi a *Phragmites australis*
- formazioni monospecifiche a dominanza di cannuccia.

Nello studio “Intervento di riqualificazione del canneto per la conservazione della biodiversità del lago Trasimeno” (*Provincia di Perugia, Venanzoni et al., 2008*), sono stati individuati anche altri fattori che potrebbero essere responsabili del suo degrado, come ad esempio l'accumulo di sostanza organica autogenerata dalla stessa vegetazione, l'alterazione del profilo della sponda per accumulo di materiale di riporto derivante dalla lavorazione dei campi, l'azione dei venti e del moto ondoso, la sommersione prolungata e il disturbo da eccessiva frequentazione ed abbandono di rifiuti.

Le linee di azione individuate per il miglioramento dello stato di conservazione del canneto sono riassunte di seguito:

a) sfalcio periodico ed alternato del canneto con asporto del materiale per ridurre la frazione organica del sedimento, b) istituzione di una fascia di rispetto di 25m a monte della linea demaniale destinata alla ricolonizzazione spontanea della vegetazione per 3-5 anni, e, quindi allo sfalcio pianificato con asporto, c) posizionamento a terra della linea di massima piena consentita per confrontare la superficie del canneto misurata nello studio con l'area utilizzabile sulla base della normativa vigente, d) riporto di materiale sfalcato nell'area ex-idroscalo nella fascia di rispetto, e) riprofilatura dei tratti spondali degradati e impianto rizomi di *Phragmites australis*, icendi controllati di piccole porzioni di canneto, f) miglioramento delle acque reflue, g) divieti di accesso per tutta la fascia di vegetazione palustre, h) informazione e divulgazione, i) coinvolgimento della popolazione con finanziamenti per attività connesse allo sfalcio e alla lavorazione della cannuccia.

Bibliografia significativa:

- Granetti B.: La flora e la vegetazione del lago Trasimeno. Parte I. La vegetazione litoranea. Rivista di Idrobiologia, 4(3), 115-152, 1965
- Granetti B.: La flora e la vegetazione del lago Trasimeno. Parte II. La vegetazione idrofita sommersa e natante. Rivista di Idrobiologia, 4(3), 155-182, 1965.
- Orsomando E., Catorci A.: Carta della vegetazione del Comprensorio Trasimeno; pag.1-118, 1991.
- Arusia, UNIPG, Regione Umbria: Progetto pluriennale di restauro naturalistico sperimentale: la reintroduzione dei prati umidi nell'area circumlacuale del Lago Trasimeno. In seminario sul lago Trasimeno, 1998.
- Granetti B.: Aspetti floristici del lago Trasimeno (1 pp.). In Seminario su "Il Lago Trasimeno"
- Venanzoni R., Rampiconi E.: Utilizzo del GIS nella valutazione spazio-temporale della vegetazione palustre in un settore del lago Trasimeno in relazione ai fattori antropici. Rivista di Idrobiologia, 40(2/3); 69-86, 2001.
- Apruzzese A., Gigante D., Venanzoni R. La ricolonizzazione di ex coltivi in ambiente perilacuale. Modalità di recupero della vegetazione semi-naturale e strategie di miglioramento. Rivista di Idrobiologia, 40, 2-3, 335-366; 2001
- Cecchetti A., Ficola M., Lazzerini G., Pedini A., Segantini F.: Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno. Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria, 2005
- Legambiente, UNIPG, Comunità Montana Trasimeno-Medio Tevere: Habitat e specie della direttiva 92/43/CE ed altri aspetti di rilevanza naturalistica al lago Trasimeno, 2006
- Cecchetti A., Lazzerini G.: La vegetazione idrofita del Lago Trasimeno – Campagna di monitoraggio 2007. Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria, 2007
- R. Venanzoni, D. Gigante, A. Pedini, M. Ficola, L. Reale: Intervento di riqualificazione del canneto per la conservazione della biodiversità del lago Trasimeno. Relazione conclusiva. Dip. Biol. Applicata, UNIPG, 2008.
- Provincia di Perugia: Il canneto. un contributo scientifico per le buone pratiche di gestione del lago Trasimeno.

Lavori da recuperare:

- Di Giovanni M.V: Struttura delle comunità viventi nell'hydrophyton del lago Trasimeno. Rivista di Idrobiologia, 1(2/3);, 189-233,1960/ 62.
- Di Giovanni M.V.: Il problema delle idrofite e delle alghe nei confronti della pesca nel lago Trasimeno. Atti delle VII Giornate Veterinarie sui prodotti della pesca, 1-19, 1961.
- Di Giovanni M.V.: Il controllo idraulico delle piante acquatiche nei confronti della pescosità del lago Trasimeno. Atti delle VII Giornate Veterinarie sui Prodotti della pesca, 167-178,1961
- Pedrotti F., Orsomando E.: Flora e vegetazione in Studio per la tutela e la valorizzazione del patrimonio naturalistico del bacino del Trasimeno, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Italconsult, 3 Roma, 1-66, 1977.
- Orsomando E., Pedrotti F.: Carta della vegetazione del foglio Passignano sul Trasimeno. Consiglio Nazionale delle ricerche- Gruppo di Biologia Naturalistica, 1985.