

Evoluzione del controllo biologico degli ambienti acquatici

Pier Francesco Ghetti

Ordinario di Ecologia, già Rettore dell'Università Ca' Foscari Venezia, Giudecca 892 – 30133 Venezia. ghettipf@unive.it

Pervenuto il 27.3.2017; accettato il 10.5.2017

Riassunto

Viene discusso il ruolo e la funzione della sorveglianza biologica degli ambienti acquatici attraverso il ricorso ad indicatori e indici biologici e viene discussa la sua praticabilità e l'evoluzione nel tempo.

PAROLE CHIAVE: indicatori e indici biologici / ambienti acquatici / sorveglianza biologica

Evolution of biological control of aquatic environments

A general definition of biological surveillance of the aquatic environments by means of biotic indicators or indices is given and their practicability and temporal evolution are then analyzed.

KEY WORDS: biological indicators and indices / aquatic environments / biological surveillance

TRENT'ANNI DI ATTIVITÀ DEL CISBA

L'azione meritoria del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, che ancora una volta si manifesta nella sua concretezza attraverso l'organizzazione di questo convegno in occasione dei suoi 30 anni di attività, è legata ad un impegno costante per informare e formare i biologi ambientali, rispetto al continuo mutare del quadro normativo che ha guidato le politiche ambientali in Italia. In particolare il CISBA si è preoccupato di formare nuove professionalità e di trasferire le conoscenze della ricerca ambientale ad una vasta platea di operatori nel settore della biologia ambientale e dell'ecologia degli ambienti acquatici; competenze prima pressoché assenti nel panorama nazionale.

Un settore, quello dello studio del funzionamento normale e patologico degli ambienti acquatici, a cui il mondo della ricerca italiana ha dedicato scarsa attenzione, con competenze che si sono formate a fatica andando spesso contro corrente rispetto alla ricerca 'accademica' tradizionale (Ghetti, 1979; Ghetti e Bonazzi, 1981; Ghetti *et al.*, 1982; Ghetti, 1986; *Biologia Ambientale*, 1993; Ghetti, 1997).

È poi merito del CISBA di aver organizzato varie occasioni di approfondimento e dibattito sul ruolo

più complessivo delle procedure per le attività di conoscenza, controllo e gestione dell'ambiente, in particolare acquatico, e delle numerose problematiche connesse alle politiche di governo di queste risorse, con confronti interdisciplinari e valutazioni in merito alle filiere gestionali, come quelle dei ruoli e delle modalità del controllo a livello centrale e sui singoli territori (CISBA, 2005).

Nel tempo le normative in campo ambientale si sono sensibilmente modificate, in relazione al variare degli usi prevalenti delle acque e al variare delle pressioni ambientali e della cultura di gestione delle risorse da parte della società. Questo ha richiesto di modificare l'organizzazione delle strutture preposte alla attuazione delle nuove prescrizioni, con diverse articolazioni fra livello locale e nazionale, con l'acquisizione di nuove competenze e la messa a punto di protocolli decisionali e reti informative efficaci.

Per questo può essere utile soffermarsi in breve sulle principali trasformazioni che si sono succedute nella gestione delle risorse idriche dall'Unità d'Italia ai nostri giorni, anche per comprendere i tempi e i modi con cui si è affermato il punto di vista bio ecologico nella gestione dell'ambiente (Ghetti, 1993).

USI PREVALENTI DELLE RISORSE IDRICHE E CAMBIO DELLE NORMATIVE

La disciplina pubblica sulle acque è stata modificata sensibilmente in relazione alle priorità attribuite, nelle diverse fasi storiche, all'uso di questa risorsa.

Nel Codice civile del 1865 ci si preoccupava prima di tutto di affermare il principio delle "acque pubbliche o demaniali" in quanto prima erano private e creavano quindi dei limiti alla libera circolazione e fruizione. Per quanto riguarda gli usi l'attenzione era rivolta alla libera fluitazione del legname e alla navigazione, ritenuta "l'oggetto principale a cui servono laghi, canali e fiumi" in quanto si dovevano favorire gli spostamenti e i commerci in una Italia da poco unificata.

In pochi decenni sono cambiate ulteriormente le necessità dal momento che il crescente sviluppo dell'agricoltura e dell'industria richiedeva un crescente uso delle acque dolci come fattore di produzione. Per cui dal 1865 al 1904 sono state promulgate numerose leggi per dare risposta ai nuovi problemi emergenti, come la 862/82 sulla "Bonifica idraulica e il risanamento igienico delle aree acquitrinose", la 2644/84 sulla "Utilizzazione delle acque" e la 523/1904 sulla "Disciplina delle opere pubbliche". In quel tempo la preoccupazione principale del legislatore era quella di proteggere i territori agricoli e quelli delle città dai continui allagamenti dei fiumi. Di particolare rilievo è il Testo Unico 423/1904 che, se pur modificato, è ancora oggi in vigore e che pone la massima attenzione alla difesa dalle acque sotto il profilo delle opere idrauliche.

Nel 1913 viene invece emanato il Testo unico sulla navigazione interna, a ribadire il ruolo che ancora si attribuiva a questo tipo di utilizzazione delle acque interne. Teoricamente in una ventina d'anni le vie d'acqua avrebbero dovuto raggiungere la consistenza di 1000 Km di vie navigabili; di fatto dopo la prima guerra mondiale questo progetto fu interrotto a favore del trasporto su gomma e su rotaia.

Nel 1923 viene emanata la legge 3267 (Serpieri) che mette in connessione le esigenze della forestazione e sistemazione dei suoli montani con la regolazione delle acque (principio ripreso molti anni dopo con la 183/89).

Nel 1933 vedono la luce due Testi unici fondamentali: quello sulle acque e gli impianti idroelettrici, che sancisce la supremazia della produzione di energia elettrica per sostenere l'industria, e quello sulla bonifica integrale, che favorisce invece gli interessi del mondo agrario, con l'avvio dei consorzi di bonifica e la realizzazione delle opere idrauliche per l'agricoltura, in capo ad un Ministero dell'Agricoltura da poco istituito.

In sintesi, durante questo lungo periodo, le acque pubbliche sono state considerate quasi esclusivamente un bene da assoggettare al mondo produttivo, in una Italia alla ricerca del riconoscimento fra le nazioni più sviluppate.

L'Italia, uscita dalla seconda guerra mondiale impoverita e distrutta nelle infrastrutture, ha dovuto per anni concentrarsi sui problemi della ricostruzione, dell'affermarsi della democrazia e dello sviluppo industriale. In questo periodo la nazione ha accumulato un notevole ritardo per quanto riguarda gli interventi di gestione e di protezione della qualità delle acque, con il risultato di un profondo degrado dei corpi idrici superficiali e sotterranei. Durante e subito dopo il periodo del boom economico vi è stata una carenza nelle normative ambientali e nelle strutture di controllo, a fronte di una imponente crescita della produzione industriale e dei comportamenti di una emergente società dei consumi (e dei rifiuti). In questo periodo il controllo della qualità delle acque e degli ambienti acquatici faceva riferimento principalmente alle strutture dei Laboratori Provinciali di Igiene e Profilassi, che, come dice la denominazione, erano stati pensati e organizzati per altre priorità.

È questo un periodo che ho conosciuto personalmente, perché in parte coincidente con le prime esperienze di studio sullo stato ecologico di alcuni corpi idrici (Ghetti, 1974). In questo periodo era 'normale' osservare scariche comunali dei rifiuti urbani allocate nell'alveo dei torrenti, acque residue di attività produttive che scaricavano tal quali nei corsi d'acqua, naturali o artificiali, fognature urbane, dove esistenti, che drenavano gli scarichi di interi quartieri e li afferivano direttamente nei corpi idrici.

Occorre attendere il 1976 per poter disporre di una legge organica a livello nazionale in grado di affrontare il tema dell'inquinamento delle acque; ci riferiamo alla 319 o "Legge Merli" che, pur con molti difetti, ebbe il sicuro merito di attivare a livello nazionale una serie di interventi organici per la depurazione delle acque reflue e portare quindi l'attenzione sui danni ambientali prodotti dall'inquinamento. Nelle intenzioni del legislatore questa legge avrebbe dovuto essere aggiornata negli anni successivi, passando da una fase di puro controllo degli scarichi e rispetto di determinati parametri tabellari (fase dei pretori di assalto), ad una fase di pianificazione degli interventi per la difesa e il recupero della qualità ambientale degli ecosistemi acquatici.

Questo aggiornamento non si verificò e tuttavia molte amministrazioni locali (Regioni, Provincie e Comuni) si fecero carico di gestire piani di intervento finalizzati alla conoscenza, al controllo e alla definizione degli interventi di risanamento di fiumi, laghi, aree costiere.

Ad esempio è di questo periodo l'avvio delle prime esperienze di mappaggio biologico di qualità dei reticoli idrografici delle provincie di Piacenza, Reggio Emilia e Parma (Ghetti *et al.*, 1982; Ghetti *et al.*, 1984), proseguite poi con numerose altre esperienze su vari bacini idrografici italiani (Turin *et al.*, 1994).

Un aspetto importante è che queste attività di mappaggio biologico dei corsi d'acqua avevano alle spalle

una specifica attività di ricerca nell'ambito del Progetto Finalizzato del CNR "Qualità dell'Ambiente" con la successiva fase di 'trasferimento delle conoscenze' alle strutture preposte alla gestione dell'ambiente (CNR, 1980-85). Da questo progetto proveniva ad esempio l'attività di realizzazione delle "Chiavi di classificazione degli invertebrati acquatici" (Ruffo, 1980; Sansoni, 1988; Campaioli *et al.*, 1994) o la messa a punto degli indici più idonei per la classificazione biologica di qualità dei corsi d'acqua (Ghetti, 1979; Ghetti e Bonazzi, 1981; Ghetti, 1986; Ghetti, 1997).

A questo complesso di esperienze di ricerca e di trasferimento appartengono anche i numerosi corsi di formazione per i biologi ambientali, organizzati dal CISBA, al fine di armonizzare i criteri di applicazione dei vari indici di qualità, ma anche come occasione per confrontare le diverse problematiche territoriali e affinare i metodi di applicazione (Siligardi, 1989; Manzini e Spaggiari, 1987).

Pur in assenza di una normativa specifica, alcune strutture di controllo avevano cercato di attrezzarsi sul piano metodologico e organizzativo, per essere messe in grado di collegare la fase della conoscenza sullo stato dei corpi idrici con gli interventi di risanamento necessari e le successive campagne di verifica dei risultati ottenuti.

E dalle discussioni sul significato e il valore diagnostico di queste nuove metodologie era nata anche l'esigenza di arricchire l'analisi bio ecologica con lo studio di altre componenti delle biocenosi fluviali come, pesci, macrofite, perifiton, ecc. (CISBA, 1986; O.C.D.E., C.E.E., 1986; De Pauw *et al.*, 1992; Friso *et al.*, 2009) o con la messa a punto di batterie di saggi eco tossicologici, utilizzando differenti specie (Azzoni *et al.*, 1994; Arizzi Novelli *et al.*, 2000; Ghetti e Volpi Ghirardini, 1996; Volpi Ghirardini *et al.*, 1998, 2003; Losso *et al.*, 2004).

Ovviamente le capacità di elaborare nuovi indici biologici è condizionata dal retroterra di conoscenze esistenti sulla specifica componente biologica, che può essere o meno in grado di sostenere il passaggio da una applicazione a livello specialistico a quella di un indice che viene applicato da operatori generalisti, con peculiari esigenze in termini di conoscenza, costi e tempi.

È questo un aspetto troppe volte trascurato da chi mette a punto metodologie bio ecologiche di monitoraggio, spesso prive di un adeguato confronto con gli operatori che le dovranno applicare. Ad esempio è ben diverso se la struttura di controllo può disporre di squadre di specialisti nei diversi settori (in genere una struttura di ricerca a livello nazionale) o se la struttura di controllo territoriale è costituita da una o poche unità. Come è ben diverso se si tratta di un monitoraggio condotto su poche stazioni di riferimento, oppure se il monitoraggio viene utilizzato con funzione di screening e deve articolarsi su numerose stazioni in tempi brevi.

Per le nuove metodologie del controllo bio ecologico si tende a confondere la messa a punto e l'uso di metodologie di ricerca, spesso riservate per la loro complessità ad equipe specialistiche, con la disponibilità di indici e indicatori biologici di pratica e sicura applicazione e in grado di fornire risultati utili rispetto alle finalità del controllo ambientale.

Ritornando al cambiamento delle normative in funzione del tipo di utilizzo e degli obiettivi di qualità da raggiungere, altre date importanti sono il 1977, con il passaggio alle Regioni di buona parte delle competenze ambientali, e la promulgazione della 183/89 sulla difesa del suolo e delle acque, con la creazione delle Autorità di Bacino. Nella realtà le Regioni hanno sempre visto con una certa diffidenza il ruolo e l'autonomia delle Autorità di Bacino (allora dipendenti dai Ministeri dei Lavori Pubblici e dell'Ambiente) e ne hanno contrastato il ruolo, sia nella fase di predisposizione che di attuazione dei piani delle acque.

Un cenno va fatto anche alla normativa per il riordino dei servizi di acquedotto e fognatura (ex legge Galli) che ha scorporato la gestione dei 'reticoli artificiali' da quella degli ambienti acquatici 'naturali', con la creazione degli 'Ambiti Territoriali Ottimali per il Servizio Integrato' e la tariffazione per l'uso delle acque potabili. Anche in questo caso si sarebbe dovuto prestare maggiore attenzione alle connessioni esistenti fra il reticolo artificiale e quello naturale, attraverso l'azione delle captazioni superficiali e sotterranee, gli utilizzi dell'acqua e le restituzioni delle acque nere, filtrate o meno da impianti di depurazione.

LA RIVOLUZIONE COPERNICANA DELLA DIRETTIVA 2000/60/EU

Con l'anno 2000 è stata adottata in Europa una diversa 'filosofia' per il risanamento di fiumi, laghi, lagune, che pone al centro delle politiche ambientali il recupero progressivo della 'qualità ecologica' di questi ambienti, come presupposto e garanzia per una salvaguardia complessiva della qualità della risorsa idrica, del biota e del paesaggio (Ghetti, 2004; CISBA, 2005). Per inciso va ricordato che il nostro DL 152/99 aveva, pur di poco, anticipato la Direttiva 2000/60/CE testimoniando che anche a livello nazionale era maturata questa nuova impostazione di prevenzione e risanamento dei corpi idrici, basata su 'obiettivi di qualità' specifici a seconda della tipologia dei corpi idrici.

È stata questa una rivoluzione copernicana rispetto alle precedenti normative che vedevano specificamente nella risorsa idrica, e non nell'ecosistema acquatico, l'oggetto quasi esclusivo delle attenzioni e degli interventi di protezione e risanamento. E quindi dopo aver sperimentato per anni normative rivolte direttamente alla protezione dell'acqua in funzione di uno specifico uso (potabile, industriale, irriguo), si prende atto che la

garanzia per poter disporre nel tempo di riserve di acqua dolce liquida di buona qualità è strettamente connessa al mantenimento o al ripristino di un 'buono stato ecologico' dei corpi idrici che veicolano questa risorsa.

Si prende atto che, nonostante i cospicui investimenti profusi nella gestione e regolazione del 'ciclo artificiale delle acque', non si era in grado di realizzare un risanamento capace di recuperare la piena efficienza ecologica degli ecosistemi acquatici. Di fatto si continua ad incrementare la invasività del reticolo artificiale che, attraverso i prelievi, le condotte, gli sbarramenti, le canalizzazioni, gli impianti di depurazione, gli scarichi delle acque reflue, i vari usi dell'acqua per le attività umane, riduce sempre di più la funzionalità del reticolo naturale compromettendole sue capacità di garantire la costante rigenerazione della qualità di queste acque (Ghetti, 1993).

E rispetto a questa impostazione innovativa va segnalato un ruolo significativo che ha avuto la cultura biologico-ecologica nel guidare l'impostazione dei piani di monitoraggio e anche gli obiettivi dei piani di risanamento (CISBA, 1985).

LE NUOVE SFIDE DELLA BIOLOGIA AMBIENTALE NELLA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI ACQUATICI

Una prima considerazione, anche alla luce degli ormai 16 anni di applicazione, è che proprio l'impostazione della 'Water Framework Directive', ha creato seri problemi nella fase di traduzione dai principi teorici a quelli di una loro concreta applicazione. Lo stesso principio del "buono stato ecologico" è spesso difficile da definire e quantificare, e quindi anche da raggiungere attraverso le operazioni di risanamento; in particolare quando il processo di degrado o di artificializzazione degli ambienti è molto avanzata. La WFD, fondata sulla definizione di 'obiettivi di qualità', richiede infatti che venga chiaramente caratterizzata ogni tipologia di ambiente acquatico, naturale o artificializzato. Ma ciò è spesso difficile e sarebbe stato necessario condurre prima delle campagne di ricerca rivolte proprio alla caratterizzazione ecologica di queste tipologie.

Inoltre dovrebbero esistere delle strutture in grado di coordinare sia i progetti di monitoraggio che gli interventi di risanamento secondo una filiera preordinata. L'impressione è invece che si sia ancora lontani da questo obiettivo e che si perpetui la solita confusione e conflittualità fra Stato, Regioni e Autorità di Bacino. Il risultato fino ad ora è quello di una certa improvvisazione e superficialità nella redazione dei 'Piani di gestione delle acque e di risanamento dei corpi idrici', messi assieme più sotto la spinta di dover fornire delle risposte alla Comunità Europea entro le scadenze previste, che non di operare per un reale miglioramento della qualità delle acque e dei corpi idrici.

Per quanto riguarda la messa a punto e l'applicazione

di nuovi metodi bio ecologici ed eco tossicologici da adottare per il monitoraggio, il criterio discriminante resta quello della verifica della loro effettiva 'utilità' ai fini del monitoraggio. Un buon indicatore si qualifica come tale proprio perché è in grado di fornire diagnosi affidabili e ripetibili, perché è applicabile ad un costo congruo e risulta quindi 'utile' alle politiche di conoscenza, controllo e risanamento. Non va dimenticato che la prima persona da convincere sulla reale utilità di un indicatore, anche per motivarlo nel suo lavoro, è lo stesso operatore che lo deve applicare con sistematicità, rispondendo della qualità dei risultati.

Altra particolarità di questi ultimi anni è la nuova impostazione da dare alle normative ambientali, dovendo recepire i principi delle direttive europee. Si nota di frequente il ricorso ad un approccio diagnostico integrato (es. biologico, eco tossicologico e chimico) e l'adozione di modalità di analisi del rischio ambientale che vedono il superamento del vecchio approccio tabellare per gli standard di tipo chimico del tipo "pass/fail" (es. 319/76). Un esempio recente è quello del Decreto 173/2016 che regola le modalità e i criteri tecnici per l'autorizzazione alla immersione in mare di materiali di escavo di fondali marini (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2016). Questo decreto è corredato di un corposo allegato tecnico che, accanto ad alcune innovazioni pregevoli, presenta un apparato eccessivamente prescrittivo pretendendo di codificare tutto. Mentre poi presenta alcuni errori nel modello applicativo, che dimostrano una evidente carenza della sperimentazione sul campo.

Più in generale occorrerebbe evitare di eccedere nelle prescrizioni cautelative, oltre ogni evidente necessità, nella convinzione che così facendo 'si protegge meglio l'ambiente'. In realtà, così facendo, si induce una diffidenza nei confronti delle procedure di controllo, ritenute inutilmente vessatorie e scarsamente rappresentative di un rischio reale per l'ambiente, rendendo inutilmente gravoso il costo dei controlli.

E per concludere mi sembra che oggi vi sia una assoluta necessità di rilanciare, sulla falsariga di ciò che è avvenuto negli anni '80, un nuovo "Progetto di Ricerca Finalizzato sulla Qualità dell'Ambiente", in grado di recuperare e coordinare le numerose esperienze di ricerca ambientale che sono frammentate in varie sedi, spesso carenti di motivazioni e di finanziamenti. Inoltre, come avvenne quaranta anni fa, dovrebbe essere avviato anche uno specifico progetto di "Trasferimento delle conoscenze" a favore degli operatori delle strutture del controllo ambientale (CNR, 1980-85). Mi sembra infatti che, a fronte del costante aumento delle pressioni ambientali, e degli impegni connessi alla applicazione delle nuove prescrizioni normative, sia oggi indispensabile potenziare sia l'impegno di ricerca ambientale che quello del trasferimento delle conoscenze.

BIBLIOGRAFIA

- Arizzi Novelli A., Volpi Ghirardini A., Ghetti P.F., 2000. Test di spermio ed embriotossicità con *Paracentrotus lividus*: riproducibilità dei metodi e comparazione della sensibilità con altre specie. *Biol. Mar. Medit.*, **8**(1): 1-5.
- Azzoni R., De Marco N., Sansoni G., (eds), 1994. *Dalla tossicologia alla eco tossicologia*. USL n.11 "Pordenonese", CISBA: 355 pp.
- Biologia Ambientale, 1993. *Pubblicazione del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale*. Dir. Resp. Rossella Azzoni.
- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Ed. Museo di Storia Naturale di Trento: 337 pp.
- CISBA, 1985. *Ecologia dell'ambiente fluviale*. Amministrazione Provinciale, USL n.9, Reggio Emilia: 195 pp.
- CISBA, 1986. Atti del Convegno "Esperienze e confronti nell'applicazione degli indicatori biologici in corsi d'acqua italiani", Trento 6-7 settembre 1985, Provincia Autonoma di Trento: 294 pp.
- CISBA, 2005. Atti del Seminario "Classificazione ecologica delle acque interne", Trento 12-13 febbraio 2004. *Biologia Ambientale*, **19**(1): 1-8.
- CNR, 1980-85. *Progetto Finalizzato "Ambiente" e Progetto di Trasferimento*, CNR, Roma.
- De Pauw N., Ghetti P.F., Manzini P., Spaggiari R., 1992. Biological assessment methods for running waters. In: Newman P.J. (ed.) *Ecological Assessment and Control*, C.C.E., Bruxelles.
- Ghetti P.F., 1974. *L'acqua nell'ambiente umano di Val Parma*. Ed. Studium Parmense, 448 pp.
- Ghetti P.F., 1979. *Biological water assessment methods. Report - 3rd Technical Seminar*, Commission of the European Communities: 98 pp.
- Ghetti P.F., Bonazzi G., 1981. *I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Manuali di utilizzazione degli indicatori biologici di qualità delle acque*. CNR, Progetto Finalizzato "Ambiente" AQ/1/127: 181 pp.
- Ghetti P.F., Bernini F., Bonazzi G., Cunsolo A., Ravanetti U., 1982. *Mappaggio biologico di qualità dei corsi d'acqua della Provincia di Piacenza*. CNR, Progetto Finalizzato "Ambiente", Amministrazione Provinciale di Piacenza: 34 pp.
- Ghetti P.F., Manzini P., Spaggiari R., 1984. *Mappaggio biologico di qualità dei corsi d'acqua della Provincia di Reggio Emilia*. CNR. Progetto Finalizzato "Ambiente", Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia: 33 pp.
- Ghetti P.F., 1986. *I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua: Manuale di applicazione*. Provincia Autonoma di Trento: 105 pp.
- Ghetti P.F., 1993. *Manuale per la difesa dei fiumi*, Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli: 293 pp.
- Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A., 1996. Messa a punto di indicatori biologici per la Laguna di Venezia. In: Atti Convegno MURST "Sistema Lagunare Veneziano", 17: 1-16.
- Ghetti P.F., 1997. *Indice Biotico Esteso (E.B.I.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di Applicazione*. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Provincia di Trento: 222 pp.
- Ghetti P.F., 2004. Ecologia e stato delle acque. Tutela e obiettivi di qualità. In: "Governare l'acqua. Difesa del territorio, qualità, tutela, servizi. Emergenze regionali e confronti europei". Europa e Regione, **54**: 99-121.
- Losso C., Arizzi Novelli A., Picone M., Marchetto D., Pessa G., Molinaroli E., Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A., 2004. Evaluation of surficial sediment toxicity of representatives sites in the Lagoon of Venice. *Journal of Marine Systems*, **51**: 281-292.
- Manzini P., Spaggiari R. (eds.), 1987. Atti del Corso di formazione "Utilizzazione di *Daphnia magna* in tossicologia ambientale". Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: 114 pp.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2016. *Decreto n. 173 - Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare di materiali di escavo dei fondali marini*. Gazzetta Ufficiale, 6 settembre 2016.
- O.C.D.E., C.E.E., 1986. *International Seminar on the use of biological tests for water pollution assessment and control*. I.R.C., Ispra-Varese.
- Ruffo S., 1980. *Guide per il riconoscimento degli invertebrati acquatici*, Progetto Finalizzato "Ambiente", CNR.
- Sansoni G., 1988. *Atlante per il riconoscimento dei Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Provincia Autonoma di Trento: 191 pp.
- Sfriso A., Facca C., Ghetti P.F., 2009. Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, **617**:117-141.
- Siligardi M. (ed.), 1989. Atti del Convegno Internazionale "La qualità delle acque superficiali - Criteri per una metodologia omogenea di valutazione", Riva del Garda 28-29 aprile 1988. Provincia Autonoma di Trento.
- Turin P., Zanetti M., Loro R., Penna G., 1994. *Carta della qualità biologica dei corsi d'acqua regionali*. Regione del Veneto, Dipartimento per l'Ecologia e la Tutela dell'Ambiente: 24 pp.
- Volpi Ghirardini A., Ghetti P.F., Di Leo V., Pantani C., 1998. Microtox solid-phase bioassay in sediment toxicity assessment. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, **26**: 2393-97.
- Volpi Ghirardini A., Arizzi Novelli A., Losso C., Ghetti P.F., 2003. Sea urchin toxicity bioassays for sediment quality assessment in the Lagoon of Venice. *Chemistry and Ecology*, **19** (2-3): 99 -111.

