BIOLOGIA AMBIENTALE

Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale



Volume 16

Numero 1

Aprile 2002

ISSN 1129-504X



Pubblicazione del C.I.S.B.A., vol. 16, n. 1/2002

Autorizzazione del Tribunale di Reggio Emilia n. 837 del 14 maggio 1993

PROPRIETÀ: Rossella Azzoni, Presidente del C.I.S.B.A.

Direttore responsabile: Rossella Azzoni

REDAZIONE:

Giuseppe Sansoni g.sansoni@arpat.toscana.it resp. di redazione Roberto Spaggiari rspaggiari@re.arpa.emr.it resp. di segreteria Gilberto N. Baldaccini gn.baldaccini@arpat.toscana.it redattore Pietro Genoni pmipfis@tin.it redattore

Comitato Scientifico

Biologia Ambientale raccoglie e diffonde informazioni sulle tematiche ambientali, con particolare attenzione ai seguenti campi di interesse:

- □ Bioindicatori e biomonitoraggio
- Ecotossicologia
- □ Depurazione delle acque reflue
- Ecologia delle acque interne e dell'ambiente marino
- □ Gestione dell'ambiente
- Igiene ambientale
- Ecologia urbana
- □ Impatto ambientale
- Ingegneria naturalistica
- □ Rinaturazione e riqualificazione ambientale
- Conservazione della natura
- □ Ecologia del paesaggio

Biologia Ambientale è articolata in due sezioni:

Lavori Originali, in cui vengono pubblicati articoli e rassegne bibliografiche originali;

Informazione & Documentazione – sezione volta a favorire la circolazione di informazioni e di idee tra i soci – in cui vengono riportate recensioni di libri, riviste e altre pubblicazioni nonché notizie e lavori già pubblicati ritenuti di particolare interesse o attualità.

Roberto ANTONIETTI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Parma

Natale Emilio BALDACCINI

Dip. di Etologia, Ecologia, Evoluzione, Univ. di Pisa

Roberto BARGAGLI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Siena

Antonio DELL'UOMO

Dip. di Botanica ed Ecologia, Univ. di Camerino

Silvana GALASSI

Università dell'Insubria, Como

Pier Francesco GHETTI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. Cà Foscari, Venezia

Stefano LOPPI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Siena

Sergio MALCEVSCHI

Ist. Ecologia del territorio e degli ambienti terrestri, Univ. di Pavia

Maurizio G. PAOLETTI

Dip. di Biologia, Univ. di Padova

Luciano SANTINI

Dip. C.D.S.L. Sez. Entomologia agraria, Univ. di Pisa

Paolo Emilio TOMEI

Dip. Agronomia e gestione agroecosistema, Univ. di Pisa

Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE

Dip. Ecologia del territorio e degli ambienti terrestri, Univ. di Pavia

Pierluigi VIAROLI

Dip. Scienze Ambientali, Univ. di Parma

Luigi VIGANÓ

IRSA - CNR, Brugherio MI

Sergio ZERUNIAN

Parco Nazionale del Circeo, Sabaudia (LT)

Aldo ZULLINI

Dip. di Biotecnologie e Bioscienze, Univ. Milano Bicocca

Biologia Ambientale, viene inviata ai soci del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale (C.I.S.B.A).

Per iscriversi o per informazioni: Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, via Amendola 2, 42100 Reggio Emilia Segretario: Roberto Spaggiari, tel. 0522 336060 - 0335 7712847; fax 0522 330546; e-mail: rspaggiari@re.arpa.emr.it

www.cisba.it

info@cisba.it

Quote annuali di iscrizione al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: £ 70.000; socio collaboratore £ 50.000; socio sostenitore £ 600.000. conto corrente postale n. 10833424 intestato a: CISBA, RE

Effetti delle asciutte sulle biocenosi macrobentoniche: confronto tra indici ecologici

Simone Rossi^{1*}, Silvia Montagna¹, Pietro Angelo Nardi¹, Vanessa Simone¹

- ¹ Università degli Studi di Pavia, Dip. di Biologia Animale, Laboratorio di Ecologia delle Acque Interne- piazza Botta, 9 27100 Pavia
- * Autore referente per corrispondenza (e-mail: rossi.simo@tiscalinet.it)

Pervenuto il 14.7.2001; accettato il 20.11.2001

Riassunto

Il presente lavoro si propone di confrontare gli indici ecologici IBE, Shannon, Reciproco di Simpson e IQS al fine di valutarne le modalità di risposta nei confronti di precise tipologie di alterazione quali le asciutte controllate dei corsi d'acqua. Il corso d'acqua oggetto di studio è la Roggia Roggione che presenta, in periodi di ritenzione idrica, sia tratti soggetti ad asciutta completa (MON e MED) che parziale (VAL). Le comunità macrobentoniche della Roggia Roggione vengono confrontate con quelle di un corpo idrico di riferimento, la Roggia Rabica, caratterizzato da minori fluttuazioni di portata durante l'anno. I risultati ottenuti e le relative elaborazioni dimostrano che mentre l'IQS fornisce risposte analoghe e in alcuni casi originali rispetto a quelle ottenibili con l'IBE, gli indici di Shannon e Reciproco di Simpson appaiono viceversa scarsamente discriminanti ed eccessivamente contraddittori.

Parole Chiave: asciutte / corsi d'acqua / invertebrati acquatici / IBE / IQS / Shannon / Simpson.

Abstracts

Effect of reduction or absence of water to freshwater invertebrates: comparison among ecological indexes

The purpose of this work is to compare some ecological index (IBE, Shannon, Reciprocal of Simpson, IQS, IMS) used to evaluate the effects of reduction or absence of water to benthic invertebrates communities, into an irrigation channel in the Province of Milan called Roggione. We selected two stations (MON and MED) dry for a quite long time during the year and one (VAL) with, in the same periods, a flow equal to zero but non dry. The Roggione's stations are also related to that of Rabica, an irrigation stream with a constant flow. Results shown a relation between IBE and IQS and sometimes IQS also gives additional information. On the other hand Shannon and Reciprocal of Simpson give poor discrimination and often seem inconsistent.

KEY WORDS: dry streams / irrigation channel / freshwater invertebrates / IBE / IQS / Shannon / Simpson.

INTRODUZIONE

Le riduzioni artificiali di portata dei corsi d'acqua, effettuate per vari scopi (idroelettrici, irrigui, ecc.) producono conseguenze sulle comunità di organismi acquatici che si possono riassumere in generale con un impoverimento faunistico delle biocenosi, proporzionale all'intensità delle alterazioni indotte sull'ambiente fluviale e coinvolgente in modo particolare invertebrati e pesci (Forneris e Perosino, 1995). Più in dettaglio i corsi d'acqua soggetti a captazioni o a ritenzioni idri-

che possono essere suddivisi in due categorie. La prima categoria comprende corpi idrici che, pur sottoposti ad una drastica riduzione delle portate, continuano a presentare acqua all'interno del proprio alveo. I principali problemi che le comunità acquatiche sono costrette ad affrontare in questo caso sono determinati da aumenti nella concentrazione di sostanze inquinanti, da eccessive fluttuazioni dei valori di ossigeno disciolto, da anomale variazioni di temperatura nonché da

fenomeni di sovrappopolamento che possono determinare la progressiva riduzione delle Unità Tassonomiche più sensibili per l'instaurarsi di processi selettivi (Perosino, 1990). La seconda categoria di corsi d'acqua riguarda viceversa quegli ambienti soggetti ad asciutta completa, all'interno dei quali dovrebbe verificarsi, come conseguenza del prosciugamento, la scomparsa degli organismi incapaci di vivere al di fuori dell'ambiente acquatico. In situazioni del genere si possono riscontrare morie generalizzate di organismi poco mobili e non in grado di fronteggiare il drastico mutamento delle condizioni ambientali, nonché fenomeni di "migrazione" di quegli organismi in grado di compiere spostamenti più o meno marcati.

Il presente lavoro si propone di individuare quali tra gli indici ecologici utilizzati (IBE, Shannon, Simpson e IQS) siano in grado di rilevare differenze e alterazioni nelle comunità macrobentoniche sia nel caso di asciutte parziali che totali e di conseguenza quali forniscano informazioni utili a quantificare i danni derivanti da tali tipologie d'impatto ambientale.

MATERIALIEMETODI

Inquadramento geografico

Il corso d'acqua ritenuto idoneo allo svolgimento della ricerca è la Roggia Roggione (rif. B6a4-Trezzano Sul Naviglio CTR Lombardia), che scorre in Provincia di Milano e che fa parte del gruppo di corpi idrici connesso al sistema dei Navigli Milanesi. I campionamenti svolti da Rossi (dati non pubblicati) sulla Roggia Roggione all'altezza di Cascina Boscaccio il 13 maggio 1998 hanno riscontrato un valore di IBE pari a 9. Viceversa i campionamenti effettuati l'11 settembre 1998 (Provincia di Milano, 2000) hanno rilevato un IBE pari a 6.

La Roggia Roggione riceve le acque del Naviglio Grande in comune di Gaggiano ed è soggetta a due asciutte complete, una autunnale e una verso la fine del periodo invernale, rispettivamente della durata di due mesi e un mese circa. Il tratto individuato per lo svolgimento della ricerca è quello che scorre in prossimità del Lago Boscaccio in località Bonirola di Gaggiano.

Sono presenti nell'area in esame tre differenti situazioni cui corrispondono altrettante stazioni. La stazione più a monte (MON) in periodi di asciutta completa non presenta acqua all'interno dell'alveo. Viceversa quella più a valle (VAL), grazie probabilmente a fenomeni di filtrazione dell'acqua dal Lago Boscaccio attraverso il terreno, pur mantenendo portate prossime allo zero presenta sempre volumi di acqua all'interno dell'alveo. Nel tratto compreso tra le due stazioni è presente un salto artificiale che potrebbe ostacolare in

maniera considerevole la risalita degli organismi acquatici. La terza stazione individuata (MED), a valle del salto, è intermedia alle due sopra citate e comprende un tratto che, pur asciutto nei periodi di ritenzione idrica, non presenta ostacoli alla risalita degli organismi acquatici per cui potrebbe essere soggetto a fenomeni di ricolonizzazione contro corrente durante i periodi di rilascio.

È stata inoltre scelta una stazione di campionamento sulla Roggia Rabica, corpo idrico che, da osservazioni preliminari, a fronte di una situazione idroqualitativa migliore ma relativamente simile a quella della Roggia Roggione, presenta minori problemi connessi alle fluttuazioni di portata e dovrebbe quindi essere in grado di fungere da corpo idrico di riferimento per il confronto e la valutazione dei dati derivanti dai campionamenti effettuati sulla Roggia Roggione.

Il punto di campionamento (RAB) prescelto sulla Rabica è quello posto in prossimità della Cascina Lasso in comune di Morimondo (Rif. A7e1-Motta Visconti Nord CTR Lombardia). Il campionamento effettuato dalla Provincia nel gennaio 1986 nella medesima stazione ha rilevato un valore di IBE uguale a 10, corrispondente ad una prima classe di qualità (PROVINCIA DI MILANO, 1990). Viceversa il campionamento effettuato dalla stessa in data 14 ottobre 1998 a monte dell'immissione del Canale Nasino ha rilevato un valore pari a 8.

Durante il periodo di asciutta di fine inverno il tratto comprendente la stazione MON è stato quasi completamente alterato da interventi in alveo probabilmente funzionali ad attività agricole. Per ovviare al problema e nel contempo verificare gli effetti di un ulteriore intervento meccanico sul corpo idrico in questione, a partire dal primo campionamento seguente la restituzione primaverile di acqua l'area MON è stata suddivisa nelle stazioni MONA (non intaccata dalle attività di escavazione) e MONB.

Analisi delle comunità macrobentoniche

Ai fini di un'indagine qualitativa è stata seguita la procedura per il calcolo dell'Indice Biotico Esteso (GHETTI, 1997).

Relativamente alla metodica quantitativa, le operazioni di campionamento sono state effettuate con l'ausilio del Surber cilindrico (superficie campionabile pari a circa a 0,1 m²) e fanno riferimento al metodo di Bosco Imbert e Stanford (1996) modificato da Rossi (1999). Il numero di repliche previste, effettuate su substrato dominante, è pari a 3. Anche per l'analisi quantitativa la determinazione delle Unità Sistematiche è stata effettuata secondo le indicazioni IBE.

Gli indici quantitativi utilizzati, riferiti a 0,1 m² di superficie campionata, comprendono l'Indice Quantitativo di Sensibilità (I.Q.S.), già elaborato, applicato e

correlato ad un elevato numero di parametri chimici e fisici da Rossi (1999) sui corsi d'acqua del bacino dello Stura di Lanzo.

$I.Q.S. = \sum c_i^2 \cdot \ln(n_i + 1)$

- n_i= valori medi in termini di numerosità di ogni singola Unità Sistematica. Nel caso il valore medio di un gruppo tassonomico superi il valore di 100, occorre inserire nella formula tale punteggio e non la densità osservata.
- c_i= coefficienti di sensibilità, pari ai valori (divisi per 10) relativi alla procedura di calcolo del BMWP' (Alba-Tercedor e Sanchez-Ortega, 1988).

Al fine di poter meglio interpretare i valori dell'indice IQS viene proposta in questa sede una tabella di conversione (Tab. I) che si basa su osservazioni empiriche dedotte dai risultati di lavori svolti dallo Studio Idrobiologico Lombardo dal 1998 ad oggi (Bacini di Stura di Lanzo, Dora Riparia, Dora Baltea, Stura di Demonte, Adda, Ticino). La corrispondenza tra i valori di IQS e le classi di qualità tiene conto del fatto che corsi d'acqua molto alterati presentano valori di IQS bassi con, a parità di situazione idroqualitativa, scarse fluttuazioni dei valori dell'indice. Viceversa corpi idrici senza particolari segni di alterazione ecosistemica forniscono valori di IQS elevati ma con fluttuazioni maggiori tra stazioni. Nei casi in cui il valore di IQS coincide con il valore di separazione tra due classi di qualità viene attribuita alla stazione campionata la classe di maggiore qualità.

Gli altri indici utilizzati sono l'indice di Shannon (Shannon e Weaver, 1949) e il reciproco dell'indice di Simpson (Simpson, 1949). Per l'indice di Shannon viene utilizzato il logaritmo decimale anziché quello a base due.

Shannon: $-\sum ni/N \cdot \log(n_i/N)$ Simpson⁻¹: $(\sum (n_i/N)^2)^{-1}$

Analisi dei risultati di campo

Al fine di investigare quantitativamente l'eventuale prossimità tra le stazioni considerate in base ai valori di ciascuno degli indici ecologici calcolati, si è effettuata un'analisi di raggruppamento di tipo gerarchico (cluster analysis) applicata ai dati non standardizzati (FABBRIS, 1997). L'analisi di raggruppamento è stata effettuata ricorrendo alla radice della distanza euclidea tra gruppi come metrica per la matrice di prossimità ed è stata ripetuta per vari metodi di analisi, ossia per i metodi legame singolo, legame completo, centroide, mediana, media di gruppo e Ward.

Portate e volumi d'acqua

Durante il periodo di asciutta è stata misurata la profondità dell'acqua nelle stazioni MON, MED e VAL. Ogni stazione è stata campionata per un tratto pari a circa 10 volte la larghezza dell'alveo, suddiviso in 11 transetti equidistanti. All'interno di ogni transetto la profondità è stata misurata a distanze di 20 cm. Oltre alla profondità sono stati stimati anche velocità di corrente, larghezza dell'alveo bagnato e di conseguenza portata. I dati relativi alla portata della Roggia Roggione in periodi di rilascio idrico (0,42 m³ s¹), nonché della Roggia Rabica (1,46 m³ s¹), fanno riferimento alla Carta delle Vocazioni Ittiche della Provincia di Milano (2000).

Periodo di lavoro

Il periodo di lavoro ha previsto un primo campionamento in data 12 novembre 1999 corrispondente alla

Tab. I. Conversione dei valori di IQS in Classi di Qualità (CQ)

CQ	VALORE IQS	GIUDIZIO DI QUALITA'	COLORE
I	18-0-32,0	Ambiente non alterato in modo sensibile	azzurro
1/11	16-0-18,0	Ambiente non alterato in modo sensibile	azzurro/verde
II/I	14,0-16,0	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde/azzurro
П	9,0-14,0	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde
II/III	8,0-9,0	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde/giallo
Ш/П	7,0-8,0	Ambiente alterato	giallo/verde
Ш	4,5-7,0	Ambiente alterato	giallo
III/IV	4,0-4,5	Ambiente alterato	giallo/arancione
IV/III	3,5-4,0	Ambiente molto alterato	arancione/giallo
IV	2,3-3,5	Ambiente molto alterato	arancione
IV/V	2,0-2,3	Ambiente molto alterato	arancione/rosso
V/IV	1,7-2,0	Ambiente fortemente alterato	rossso/arancione
${f v}$	0,0-1,7	Ambiente fortemente alterato	rosso

restituzione tardo autunnale dell'acqua alla Roggia Roggione dopo circa due mesi di asciutta. In seguito sono stati eseguiti rilevamenti con cadenza circa trisettimanale. I campionamenti, interrotti durante il periodo di asciutta tardo invernale (durato circa un mese), sono ripresi il 25 marzo 2000 in concomitanza con il rilascio dell'acqua e sono proseguiti fino al 19 settembre. Durante il periodo primaverile ed estivo i rilevamenti sono stati effettuati ogni sei settimane circa.

Il 20 marzo 2000 sono stati raccolti i dati relativi a profondità media, velocità di corrente e larghezza dell'alveo bagnato all'interno delle stazioni situate sulla Roggia Roggione.

RISULTATI

Indici ecologici

In figura 1 sono riportati in veste grafica gli andamenti degli indici ecologici qualitativi e quantitativi.

• Periodo novembre 1999-febbraio 2000

L'IBE mette in luce, nelle stazioni soggette ad asciutta completa, un graduale miglioramento dalla IV classe di qualità (subito dopo la restituzione dell'acqua) fino alla II. Nelle stazioni VAL e RAB viceversa l'andamento è relativamente costante e incentrato rispettivamente attorno alla II e I classe. Da notare come le comunità dei tratti asciutti impieghino circa tre mesi per raggiungere valori IBE analoghi a quelli della stazione VAL.

L'IQS evidenzia per i tratti MON e MED una tendenza al miglioramento delle biocenosi analoga a quella rilevata con il metodo IBE, con il passaggio dalla IV (o IV/III) classe di qualità iniziale fino alla III/II. Per RAB i valori dell'indice rientrano quasi sempre all'interno della II mentre per la stazione VAL è possibile osservare un graduale miglioramento da novembre a febbraio con il passaggio dalla III classe iniziale fino alla II. Le biocenosi delle stazioni asciutte, analizzate con questo indice, non riescono mai a raggiungere il livello della stazione VAL.

Gli indici di diversità di Shannon e Simpson-1 presentano quasi sempre valori uguali o superiori nelle stazioni del Roggione rispetto a quella di riferimento e non risultano in grado di fornire informazioni utili circa la reale situazione idroqualitativa dei corsi d'acqua esaminati.

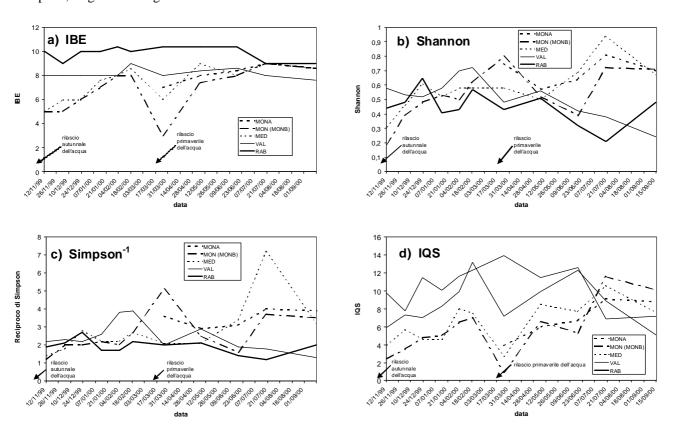


Fig. 1. Andamento degli indici ecologici qualitativi (IBE) e quantitativi (Shannon, Simpson⁻¹, IQS) nella roggia Rabica (RAB) e in quattro stazioni della roggia Roggione soggette ad asciutta totale (MONA, MONB, MED) o a semplice ristagno idrico (VAL). Per le abbreviazioni e le caratteristiche delle stazioni si veda il testo.

• Periodo marzo-settembre 2000

L'analisi IBE mostra, nelle stazioni in asciutta ma non soggette a disalveo, un passaggio dalla III alla II classe di qualità da fine marzo (data di rilascio dell'acqua) fino all'inizio di maggio. Viceversa MONB risulta inizialmente in V classe e impiega quasi tre mesi per raggiungere la II. In tutte le stazioni menzionate la situazione idroqualitativa tende ad assestarsi attorno a quest'ultimo valore. Il tratto di riferimento presenta, fino a metà giugno, valori dell'indice corrispondenti alla I classe mentre in seguito la qualità biologica cala e tende ad assestarsi sulla II CQ. La stazione VAL presenta valori dell'indice relativamente costanti e ascrivibili alla II classe. Fa eccezione il dato di settembre, che evidenzia un calo della qualità biologica al livello II/III.

I dati IQS mostrano per la stazione di riferimento un andamento costante all'interno della II classe fino a metà giugno. Dal mese di luglio si registra viceversa un brusco calo di qualità biologica (III). Le stazioni soggette ad asciutta mostrano un andamento analogo a quello del periodo invernale, con valori iniziali compresi tra la IV/III e la IV classe (V per MONB) e finali in II CQ. Fa eccezione l'ultimo dato di MED, che cade in III/II. La stazione VAL si presenta a fine marzo in III mentre a maggio e fino a luglio raggiunge e si mantiene in II. A settembre viceversa si assiste ad una forte diminuzione del valore dell'indice (III CQ) dovuto principalmente alla scomparsa del taxon Gammaridae, che costituiva fino a quel momento il gruppo numericamente più abbondante all'interno della biocenosi. Tale scomparsa (responsabile in parte anche del calo di qualità della stazione MED) potrebbe essere imputabile al probabile rilascio nel corpo idrico di composti tossici quali pesticidi e/o metalli pesanti, nei confronti dei quali questi crostacei sono particolarmente sensibili (Alabaster e Lloyd, 1981; Mance, 1987).

Gli indici di Shannon e di Simpson¹ non riescono a mettere in luce alterazioni quantitative del comparto idrico. Ciò è particolarmente evidente nel campionamento di fine marzo, in cui le stazioni che fino al giorno precedente erano completamente asciutte presentano valori degli indici superiori a quelli delle stazioni che viceversa hanno sempre mantenuto un alveo bagnato.

Portate e volumi d'acqua

Le misurazioni effettuate durante il periodo di ritenzione hanno evidenziato che mentre le stazioni MON e MED risultavano completamente prive d'acqua, VAL presentava una profondità media di 3,1 (sd= 1,6) cm, una larghezza media dell'alveo bagnato pari a 1,9 (sd= 0,5) m e una velocità di corrente nulla con conseguente portata pari a 0 m³ s¹.

DISCUSSIONE

L'elaborazione mediante analisi di raggruppamento e la successiva interpretazione dei risultati permette di trarre alcune utili considerazioni.

Nel periodo invernale, caratterizzato da ridotta motilità degli organismi, gli indici IBE e IQS mostrano una differenza significativa di qualità tra il gruppo VAL-RAB e le stazioni soggette ad asciutta. Solo l'applicazione del metodo del legame singolo ai dati IBE unisce le stazioni del Roggione in un unico gruppo. Gli indici di Shannon e Simpson-1 viceversa non sono in grado di dare informazioni di rilievo, poiché contrappongono il gruppo VAL a quello costituito da tutte le altre stazioni.

Nel periodo primaverile ed estivo la situazione è più complessa, a seguito probabilmente delle interferenze dovute a fenomeni di polluzione che hanno colpito più o meno pesantemente alcune unità tassonomiche nel periodo compreso tra fine luglio e settembre.

L'analisi dei dati IBE con i metodi del legame completo e della mediana mette in contrapposizione due gruppi, uno dei quali costituito solamente dalla stazione MONB soggetta a disalveo durante il periodo asciutto. Gli altri metodi mostrano il gruppo RAB da una parte e quello contenente tutte le stazioni del Roggione dall'altra. Con il solo metodo IBE sembrerebbe quindi che le differenze in termini di qualità delle biocenosi tra le stazioni del Roggione siano trascurabili o comunque poco importanti.

Tale risultato viene contraddetto dall'analisi dei valori IQS che, ad eccezione dei risultati derivanti dall'utilizzo del metodo del legame singolo, mette in netto contrasto i tratti soggetti ad asciutta con quelli che presentano sempre acqua all'interno dell'alveo.

L'elaborazione dei dati relativi agli indici di Shannon e Simpson¹ permette in apparenza di distinguere tra stazioni "asciutte" e "bagnate" ma l'attribuzione di un giudizio qualitativo migliore al gruppo che nei periodi di ritenzione presenta alveo privo d'acqua non sembra veritiera. Da notare che, in riferimento alle elaborazioni dei risultati di Simpson¹ con i metodi del legame completo, del centroide, della mediana e della media di gruppo vengono isolati da una parte un gruppo MED e dall'altra uno contenente tutte le altre stazioni campionate, il che appare privo di significato.

CONCLUSIONI

Il confronto tra indici ecologici in presenza di una ben precisa tipologia di alterazione degli ecosistemi fluviali evidenzia come le analisi quantitative che prevedono l'utilizzo dell'IQS diano, nel caso in esame, risultati comparabili e integrabili a quelli ottenibili mediante analisi IBE. In particolare il potere discriminante della metodica quantitativa IQS appare evidente nell'elaborazione dei dati relativi al periodo marzo-settembre, in cui la semplice analisi qualitativa dei risultati non è sufficiente a rilevare differenze significative tra i tratti soggetti ad asciutta e gli altri. Tale capacità potrebbe risultare particolarmente utile, per esempio all'interno di procedure per la Valutazione d'Impatto Ambientale. A corollario di quanto detto si può osservare come a settembre, di fronte ad un evidente episodio di inquinamento a carico principalmente della popolazione di Gammaridae della Roggia Roggione, mentre il valore IBE subisce solo un lieve calo, il corrispettivo IQS risponde viceversa con una marcata flessione. In relazione agli indici di diversità di Shannon e

Simpson-1 più volte nel corso del lavoro l'attenzione è caduta sullo scarso contenuto informativo nonché sui risultati contradditori e difficilmente interpretabili che questi indici sono in grado di fornire.

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento va alla Prof. Carla Viganotti dell'Istituto di Farmacologia dell'Università degli Studi di Pavia per i consigli relativi alle elaborazioni statistiche, allo Studio Idrobiologico Lombardo e in particolare al Dr. Mauro Luchelli per il supporto logistico e alle Cave Merlini per avere consentito l'accesso alla proprietà durante le fasi di campionamento.

BIBLIOGRAFIA

- ALABASTER J.S., LLOYD R., 1980. Water quality criteria for freshwater fish. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ed. Butterworths, London and Boston, 361 pp.
- ALBA-TERCEDOR J., SANCHEZ-ORTEGA A., 1988. Un metodo rapido y simple para evaluar la calidad biologica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.
- Bosco Imbert J., Stanford J. A., 1996. An ecological study of a regulated prairie stream in Western Montana. *Regulated Rivers: Research & Management* Vol. 12: 597-615.
- Fabbris L.,1997. *Statistica multivariata*. *Analisi esplorativa dei dati*. McGraw-Hill libri Italia, Milano, 437 pp..
- Forneris G., Perosino G. C., 1995. *Elementi di idrobiologia*. Edizioni EDA, Torino, 367 pp.
- GHETTI P. F., 1997. Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I Macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provincia e per la Protezione dell'Ambiente, 222 pp.
- MANCE G., 1987. Pollution threat of heavy metals in acquatic

- environments. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York.
- Perosino G. C., 1990. Portate minime per la conservazione dell'idrofauna dei corsi d'acqua soggetti a prelievi idrici. Università degli Studi di Perugia, Istituto di Idrobiologia e Pescicoltura "G. B. Grassi". *Rivista di Idrobiologia* Vol. XXIX, Fasc. 1: 425-435.
- Provincia di Milano, 1990. Acque e pesci nella Provincia di Milano, 129 pp.
- Provincia di Milano, 2000. Carta delle Vocazioni Ittiche, 340 pp. Rossi S., 1999. Valutazione di qualità dei corsi d'acqua mediante utilizzo integrato di analisi chimico fisiche ed ecologiche delle comunità di macroinvertebrati acquatici: esperienze di campo in Provincia di Torino. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche Università Degli studi di Pavia, 200 pp.
- Shannon C. E., Weaver W., 1949. *Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.
- SIMPSON E. H., 1949. Measurement of diversity. Nature, 163:688.

Un metodo sperimentale per il conteggio delle cellule di *Microcystis aeruginosa*: dati preliminari

Chiara Defrancesco¹, Silvia Costaraoss¹, Catia Monauni¹, Giovanna Pellegrini^{1*}, Sabrina Pozzi¹

- ¹ APPA Trento, U.O. Qualità dell'ambiente, Laboratorio di Idrobiologia, viale Rovereto 146, 38066 Riva del Garda (TN)
- * autore referente per la corrispondenza (fax 0464/521970; e-mail giovanna.pellegrini@provincia.tn.it)

Pervenuto il 21.12.01; accettato il 1.2.02

Riassunto

Viene descritta una metodica di conta delle cellule del cianobatterio *Microcystis aeruginosa*: dopo l'isolamento delle colonie al microscopio stereoscopico, le cellule vengono separate sciogliendo la glia con una base forte e successivamente contate utilizzando una camera contaglobuli.

Parole Chiave: Cyanophyceae / Microcystis aeruginosa / Metodica di conteggio / Salute pubblica

Abstract

An approach to Mycrocystis aeruginosa cell count

A procedure to count *Microcystis aeruginosa* cells is described: colonies are isolated using stereoscopic microscopy, cells are separated by melting their gelatinous matrix with sodium hydroxide and are counted using a counting cell or chamber that limits the volume and area for ready calculation of cell densities.

KEY WORDS: Cyanophyceae / Microcystis aeruginosa / Counting method / Pubblic health

INTRODUZIONE

Il conteggio delle cellule fitoplanctoniche è il punto di partenza per la stima del biovolume e della biomassa algale, parametri attualmente considerati fondamentali nell'analisi della qualità delle acque di un lago (ROTT, 1981; HILLEBRAND *et al.*, 1999).

In particolare, lo studio e il conteggio dei cianobatteri, o alghe verdi-azzurre, rappresenta una problematica di grande attualità nell'analisi limnologica. Questi organismi possono produrre fioriture consistenti nelle acque lacustri e marine con problemi di eutrofizzazione, alterando gli equilibri all'interno dei popolamenti fitoplanctonici e costituendo inoltre un pericolo per la salute pubblica (ISTISAN, 2000). Alcune specie di cianobatteri, infatti, possono produrre tossine che hanno effetti nocivi sull'uomo, agendo a livello dei neurotra-

smettitori (neurotossine), delle cellule epatiche (epatotossine), del sistema gastro-enterico (enterotossine) e dell'epidermide (dermatotossine) (CARMICHAEL *et al.*, 1985; SKULBERG *et al.*, 1984; VOLTERRA, 1989).

Il Decreto del Ministero della Sanità del 17 giugno 1988 "Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie", collegato al DPR 470/82 "Attuazione della Direttiva CEE n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione", aggiunge all'analisi dei normali parametri chimico-fisici e microbiologici anche l'analisi quali-quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici responsabili di fioriture algali.

Per una migliore interpretazione di quest'ultimo Decreto, il Ministero della Sanità (1988) ha emanato

una circolare con alcune considerazioni che consentono di delineare i criteri di formulazione di soglia numerica nelle fioriture algali. In particolare, studi approfonditi hanno individuato la dose soglia di tossine prodotte da *Microcystis aeruginosa* ingeribili dall'uomo senza effetti acuti o cronici in 0,84 mg/L, corrispondenti in media a 5.000 cellule per mL (FALCONER *et al.*, 1994); viene quindi consigliata, in attesa dei risultati dell'analisi tossicologica, una concentrazione di 5.000 cellule/ mL come soglia per vietare la balneazione in acque con fioriture algali da cianobatteri in atto.

Non tutti i cianobatteri, comunque, producono tossine e anche nei gruppi in cui il potenziale tossico è dimostrato, esso si esprime solo in caso di fioriture di una certa consistenza di ceppi tossigeni (Gorham *et al.*,1980) in particolari condizioni. Nella tabella I è riportato un elenco delle principali specie potenzial-

mente tossiche.

Il genere Microcystis è, tra quelli elencati in tabella, il più difficile da contare, in quanto le cellule sono di dimensioni molto ridotte (pochi um) e si presentano raggruppate in colonie tridimensionali, di forma molto irregolare. Il metodo di conta comunemente impiegato prevede una stima delle cellule in base a dei riferimenti fissi: ad esempio si contano le cellule presenti in un'area definita della griglia dell'oculare microscopico, si conta il numero di aree occupate dalla colonia e si moltiplica per il numero dei piani occupati dalla colonia. Il metodo, tuttavia, presenta un errore elevato, poiché le colonie possono avere una forma geometrica spesso molto complessa, con diramazioni nelle tre dimensioni spaziali; inoltre, non sempre gli individui sono perfettamente uniti l'uno all'altro, ma possono restare tra loro degli spazi vuoti, in particolare se si tratta di colonie

Tab. I. Elenco dei cianobatteri tossici italiani (da: Circolare del Ministero della sanità del 9 aprile 1998, n. 400.4/13.1/3/562. Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 giugno 1988 concernente i criteri per la definizione del programma di sorveglianza di cui all'art. 1 del D.L. 14 maggio 1988 n. 155 convertito con legge del 15 luglio 1988 n. 271., 9 pp.).

Specie algali	Effetto sull'uomo delle tossine prodotte dermigeno, neuro-epatotossico			
Anabaena circinalis Rabenh.				
Anabaena flos-aquae (Lyn.) Bréb.	dermigeno, neuro-epatotossico			
Anabaena hassallii (Kütz.) Wittr.	neuro-tossico			
Anabaena lemmermannii Ricн.	neuro-tossico			
Anabaenopsis milleri Wor.	neuro-tossico			
Anabaena spiroides var. contracta Kleb.	neuro-epatotossico, dermigeno			
Anabaena variabilis Kütz.	neurotossico			
Aphanizomenon flos-aquae (L.) RALFS	neurotossico			
Cylindrospermum sp. Küтz.	neurotossico			
Cylindrospermopsis raciborskii (Wol.) Raju	epato-tossico			
Coelosphaerium kuetzingianum NÄG.	neuro-epatotossico			
Fischerella epiphytica Gн.	neuro-epatotossico			
Gloeotrichia echinulata (Sm.) RICH.	neuro-epatotossico			
Gomphosphaeria lacustris Chod.	neuro-epatotossico			
Gomphosphaeria naegeliana (Ung.) Lemm.	neuro-epatotossico			
Hapalosiphon fontinalis (Ag.) Born.	neuro-epatotossico			
Microcystis aeruginosa Kütz.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Microcystis botrys Teil.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Microcystis viridis (A. Br.) Lemm.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Microcystis wesenbergii Ком.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Nostoc linckia (Roth) Born. & Flah.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Nostoc paludosum Kütz.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Nostoc rivulare Kütz.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Nostoc zetterstedtii Aresc.	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Oscillatoria acutissima Kuff.	dermigeno			
Oscillatoria agardhii-rubescens	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Oscillatoria formosa Bory	dermigeno, gastro-enterico, epato-tossico			
Pseudanabaena catenata Laut.	neurotossico			
Scytonema ocellatum Lyngb.	neuro-epatotossico			
Scytonema pseudohofmanni Bhar.	neuro-epatotossico			
Tolypothrix byssoidea (HASS.) KIRCHN.	neuro-epatotossico			

mucillaginose (Morabito, 1997). Reynolds e Jaworski (1978) riportano un metodo di stima basato sul calcolo della regressione lineare tra il numero medio di cellule per colonia ed il diametro medio delle colonie; il limite di questo metodo è essenzialmente riconducibile alla difficoltà di stima dei diametri delle colonie dipendente dall'irregolarità della forma, della densità cellulare e delle dimensioni delle cellule delle singole colonie. La soglia definita di 5.000 cellule/mL consigliata dal Ministero della Sanità crea quindi notevoli difficoltà, soprattutto nei casi in cui la stima di conta si avvicina a questo valore.

In bibliografia sono riportate prove di disgregazione delle colonie di *Microcystis* utilizzando il calore (Humphries e Widjaja, 1979), l'idrolisi alcalina a 90°C e l'applicazione degli ultrasuoni (Reynolds e Jaworski,1978). Questi metodi sono stati saggiati su popolazioni pure di *Microcystis* e sul campione non fissato. Dal confronto fatto da Reynolds e Jaworski (1978) sui tre metodi (regressione lineare, idrolisi alcalina e sonicazione), l'idrolisi alcalina risulta essere quello che consente di ottenere una stima migliore.

Scopo di questo lavoro è presentare un metodo sviluppato per rendere più semplice ed attendibile il conteggio di *Microcystis aeruginosa* (specie con cellule relativamente grandi). Il metodo è fondato sulla dissoluzione dell'involucro gliale delle colonie, in modo da liberare le singole cellule algali e procedere alla loro enumerazione in cella contaglobuli.

Il metodo proposto può servire anche a rendere più precisa le stima del biovolume algale nei laghi in cui il genere *Microcystis* risulta dominante.

MATERIALI E METODI

Nel periodo estate 2000 - autunno 2001 da 4 laghi del Trentino sono stati raccolti nello strato 0-50 cm 11 campioni di 2000 mL di acqua.

Da ogni campione, fissato con Lugol acetico, sono state prelevate 3-7 aliquote di 10-25 mL, poste a sedimentare in altrettante camere cilindriche secondo il metodo di Utermöhl (1958) per tempi di circa 3 ore per ogni centimetro d'altezza della colonna d'acqua nella camera (Fig. 1).

Identificate al microscopio inverso a 100x le colonie di *Microcystis aeruginosa*, la camera è stata aperta e si è proceduto alla raccolta delle colonie, una ad una, per aspirazione con pipetta Pasteur sotto osservazione al microscopio stereoscopico a 40x.

Tutte le colonie di ciascuna aliquota sono state poste per almeno un'ora in una provettina a fondo conico graduata da 2 mL contenente 1 ml di NaOH 0,1 M (in modo da arrivare, con l'aggiunta delle colonie in acqua, ad una concentrazione compresa tra 0,1 e 0,05 M). L'idrossido di sodio scioglie la glia gelatinosa,

disperdendo le singole cellule. Una frazione del contenuto della provettina, opportunamente mescolata, è stata posta su una camera contaglobuli di Fuchs-Rosenthal e si è proceduto alla conta delle cellule al microscopio ottico a 200x, rapportando i risultati a numero di cellule/mm³.

Per stimare la variabilità insita nella fase di conteggio, da ciascuna delle quattro provettine del campione n.11 sono state effettuate 6-7 repliche, ripetendo sia le fasi di trasferimento dalla provettina alla camera contaglobuli, sia la relativa conta microscopica.

Il volume della camera di sedimentazione da riempire con il campione iniziale deve consentire di raccogliere un numero adeguato di colonie (20-30) in maniera da arrivare, nella camera contaglobuli, ad una conta di almeno un centinaio di cellule in 1 mm³.

Il numero di cellule per mL di campione è stato determinato applicando la seguente formula:

$$N = \frac{(n*v)*1000}{V}$$

dove:

n = numero cellule contate in un mm³

v = volume contenuto nella provettina (mL)

V = volume di campione sedimentato (mL).

Il contenuto residuo della provetta è stato, infine, esaminato al microscopio per verificare l'effettivo scioglimento di tutte le colonie.

RISULTATI E DISCUSSIONE

La sperimentazione preliminare ha mostrato che la concentrazione minima di NaOH in grado di disgregare completamente le colonie è 0,05 M. Non sono state rilevate differenze significative tra conteggi effettuati dopo un'ora e conteggi effettuati il giorno successivo, a dimostrazione che NaOH, alla concentrazione usata, non danneggia le cellule.

Nella tabella II sono riportati i risultati di una serie di prove effettuate utilizzando 11 campioni d'acqua provenienti da laghi diversi e prelevati in tempi differenti. Va osservato che, tenuto conto del tipo di indagine, dell'eterogenea dimensione e distribuzione delle colonie di *Microcystis* nelle acque, della delicatezza delle operazioni manuali richieste e della imprecisione insita in esse, i coefficienti di variazione (CV) ottenuti, variabili dal 7% al 32%, sono da considerare accettabili.

Questo errore ha due componenti principali: l'errore intrinseco a ciascuna replica, relativo alla conta delle cellule di *Microcystis* di una provettina, e l'errore tra le diverse repliche, ottenute dalla sedimentazione di diverse aliquote di ciascun campione e dall'isolamento delle colonie e loro trasferimento nella pro-

vettina (distribuzione non omogenea delle colonie di *Microcystis* nei subcampioni sedimentati, imprecisione nella raccolta e trasferimento in provettina delle colonie).

Per verificare l'imprecisione dovuta esclusivamente alla prima componente d'errore, nelle quattro aliquote della prova 11 sono state effettuate delle conte prelevando 6-7 subcampioni dalla stessa provettina. I risultati sono riportati in tabella III. Il coefficiente di variazione risulta compreso tra 3,7% e 8,7%.

I risultati ottenuti si basano su un numero limitato di

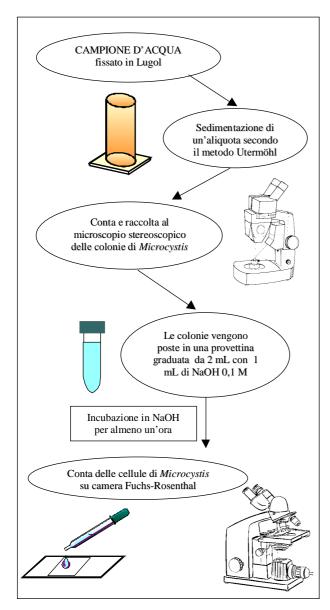


Fig. 1. Schema grafico del procedimento di conteggio delle cellule di *Microcystis aeruginosa* isolate da campioni d'acqua lentica superficiale.

conteggi e vanno confermati con ulteriori prove, anche per poter effettuare un'analisi statistica più solida sui dati raccolti.

La metodica proposta comporta una serie di difficoltà oggettive, essendo relativamente laboriosa e richiedendo una discreta manualità per la raccolta delle colonie. Tuttavia è da ritenersi più affidabile del metodo tradizionale in cui ciascuna fase (stima del numero di piani della colonia, del numero di cellule per piano e della superficie della colonia) è soggetta ad un errore rilevante (Morabito, 1997).

Tab. II. Risultati ottenuti dalle prove di conta di cellule di *Microcystis aeruginosa* effettuate su quattro diversi laghi trentini nel periodo estate 2000-autunno 2001.

campione n°	n° aliquote	media conteggio (cell/mL)	dev. standard	CV(%)
1	5	50.878	6.191	12,2
2	5	60.427	4.981	8,2
3	5	39.960	2.910	7,3
4	6	20.000	6.344	31,7
5	7	189.143	35.381	18,7
6	6	396.000	75.025	18,9
7	4	10.353	2.813	27,2
8	4	7.290	1.043	14,3
9	6	77.648	6.825	8,8
10	3	6.920	901	13,0
11	4	6.945	496	7,0

Tab. III. Risultati dei conteggi effettuati su subcampioni prelevati in ciascuna delle quattro aliquote del campione n. 11, con lo scopo di evidenziare l'errore di conteggio intrinseco a ciascuna aliquota.

Replica n.	11a cellule/mL	11b cellule/mL	11c cellule/mL	11d cellule/mL
1	6.680	5.240	7.132	7.436
2	6.940	6.012	7.712	7.930
3	7.380	6.464	7.256	6.994
4	7.320	6.516	6.576	7.306
5	7.240	6.436	7.384	7.002
6	7.560	6.888	7.080	6.474
7	7.520	5.880	-	6.734
Media	7.260	6.205	7.190	7.125
Dev. standard CV %	270 3,7%	541 8,7%	376 5,2%	481 6,7%

CONCLUSIONI

Questo metodo di conteggio nasce dall'esigenza pratica di contare, e non più stimare, il numero di cellule formanti colonie del tipo *Microcystis aeruginosa*.

Le prime prove sperimentali sembrano dare risultati incoraggianti, anche tenuto conto che l'attuale criterio di conta basato sulla stima visiva è considerato sensibilmente impreciso e soggettivo (Morabito, 1997). La sperimentazione dovrà proseguire confrontando direttamente i vari metodi di conteggio. Molto resta ancora da fare per migliorare la ripetibilità dei singoli passaggi.

La dissoluzione della glia coloniale, rendendo indipendenti le singole cellule algali, apre la possibilità di sostituire il conteggio in camera contaglobuli con un contatore elettronico di particelle, del tipo di quelli abitualmente impiegati in ematologia, riducendo in questo modo il lavoro necessario per il conteggio stesso ed aumentandone la precisione.

Il metodo proposto può risultare utile quando è necessario effettuare una stima il più possibile precisa, come nel caso di un campione analizzato ai fini del controllo di balneazione con un numero di cellule/mL vicino al limite consigliato, oppure quando il genere *Microcystis* è numericamente dominante nel campione.

Il metodo, finora saggiato su *Microcystis aerugino-sa*, è attualmente in fase di sperimentazione anche su specie del genere *Anabaena*.

BIBLIOGRAFIA

- CARMICHAEL W.W., JONES C.L.A., MAHMOOD N.A., THEISS W.C. 1985. Algal toxins and water-based diseases. In *Critical Reviews in Environmental control*, vol. *15*, **3**: 275-313.
- CIRCOLARE DEL MINISTERO DELLA SANITÀ DEL 09 APRILE 1998, N. 400.4/13.1/3/562. Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 giugno 1988 concernente i criteri per la definizione del programma di sorveglianza di cui all'art. 1 del D.L. 14 maggio 1988 n. 155 convertito con legge del 15 luglio 1988 n. 271, 9 pp.
- Ministero della Sanità, Decreto 17 giugno 1988. Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie. *G.U. Serie generale*, **145** *del* 27/06/88: 7-8.
- Decreto del presidente della Repubblica n. 470/82. Attuazione della Direttiva CEE n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione. *G. U.*, **203** *del* 26/07/82: 5239-5245.
- Falconer I.R., Burch M.D., Steffensen D.A., Choice M. and Coverdale O.R., 1994. Toxicity of the blue-green alga (Cyanobacterium) *Microcystis aeruginosa* in drinking water to growing pigs, as animal model for human injury and risk assessment. *Env. Toxic. and Wat. Qual.*, 9: 131-139.
- GORHAM P.R. and CARMICHAEL W.W., 1980. Toxic substances from Freshwater Algae. *Progress in Water Technology*, vol. 12, 2: 189-198

- HILLEBRAND H., DURSELEN C.D., KIRSCHTEL D., POLLINGHER U. and ZOHARY T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, **35**: 403-424
- Humphries S.E., WidjajaF., 1979. A simple method for separating cells of *Microcystis aeruginosa* for counting. *Br. Phycol. J.* **14**: 313-316.
- ISTISAN (ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ), 2000. Workshop. Aspetti sanitari della problematica dei cianobatteri nelle acque superficiali italiane. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 16-17 dicembre 1999. Atti a cura di Enzo Funari, *Rapporti ISTISAN 00/30*, 151 pp.
- MORABITO G., 1997. Dinamica stagionale delle comunità algali e analisi microscopica del fitoplancton. *Biologia Ambientale*, 2: 3-18.
- Reynolds C.S., Jaworski G. H. M., 1978. Enumeration of natural *Microcystis* populations. *Br. Phycol. J.* **13**: 269-277.
- ROTT E., 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibration. Schweiz. Z. Hydrol. 43: 34-62
- SKULBERG O. M., CODD G.A., CARMICHAEL W.W., 1984. Toxic bluegreen algae blooms in Europe: a growing problem. *Ambio*, 13, 244.
- Utermöhl H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, **9**: 38 pp.
- Volterra L., 1989. Alghe produttrici di biotossine. *Biologia Ambientale*, **5**: 5-18.

Biol. Amb., 16 (n. 1, 2002)

ABSTRACTS

1 Ecotossicologia Effects of heavy metals on benthic macroinvertebrate communities in New Zealand streams a cura di Pietro Genoni 2 Ecotoxicological and analytical assessment of hydrocarbon-contaminated soils and application to ecological risk assessment Low exposure concentrations of atrazine increase male production in Daphnia pulicaria 4 Relationship between reproduction, sediment type, and feeding activity of Lumbriculus variegatus (Müller): implications for sediment toxicity testing Ecologia fluviale 5 A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of a cura di Laura M. Leone running waters 6 Biological processes in running waters and their implications for the assessment of ecological integrity 7 Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach 8 Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments 9 The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities 10 Drift Interpretation of invertebrate drift in streams a cura di Stefano Fenoglio Upstream movements of insects in a south swedish small stream The recolonization mechanisms of stream benthos Upstream movement by some Ephemeroptera species 14 Temporal patterns in recolonization of stream benthos 15 Colonization of an introduced substrate by stream macroinvertebrates 16 Movement of immature aquatic insects in a lotic habitat 17 The colonization cycle of freshwater insects 18 Benthic invertebrate colonization: source distance effects on community composition 19 Invertebrate drift - a review 20 Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns 21 Stable isotopes resolve the drift paradox for Baetis may flies in an arctic river



Effects of heavy metals on benthic macroinvertebrate communities in New Zealand streams

Environmental Toxicology and Chemistry, 17: 2338-2346.

Al fine di stimare il grado di contaminazione da metalli in tre bacini idrografici della Coromandel Peninsula (Nuova Zelanda), gli autori hanno condotto analisi chimiche su acque e perifiton, saggi di tossicità con *Daphnia magna* e un efemerottero indigeno (*Deleatidium* sp.) e campionamenti di macroinvertebrati bentonici.

1

I dati ottenuti mostrano un buon accordo tra i saggi di tossicità ed i parametri strutturali delle comunità bentoniche, in particolare nelle stazioni con i più elevati livelli di metalli. Le risposte delle comunità bentoniche nelle stazioni con bassa o moderata contaminazione sono, invece, apparse variabili e probabilmente condizionate da altri fattori.

Gli effetti dei metalli pesanti sulle comunità bentoniche nei torrenti della Nuova Zelanda sono risultati simili a quelli osservati in situazioni analoghe in Nord America ed in Europa, suggerendo la prevedibilità delle risposte a questo tipo di contaminazione. L'abbondanza di individui e la ricchezza in specie di efemerotteri, il numero di taxa di efemerotteri, plecotteri e tricotteri, ed il numero totale di taxa si sono rivelati i migliori indicatori della presenza di metalli pesanti.

Al contrario, l'indice quanti-

tativo della comunità di macroinvertebrati (QMCI), un indice biotico messo a punto per valutare gli effetti dell'arricchimento organico dei torrenti neozelandesi, non è in grado di distinguere i corsi d'acqua inquinati da metalli da quelli di riferimento.

L'insuccesso dell'indice QMCI è dovuto principalmente ai valori non corretti di tolleranza ai metalli attribuiti ad alcuni taxa. Poiché i valori di tolleranza delle specie sono assegnati soggettivamente, gli autori suggeriscono di verificare sperimentalmente tali valori per le principali specie mediante saggi in microcosmi.

SATERBAK A., TOY R.J., WONG D.C.L., McMain B.J., WILLIAMS M.P., DORN P.B., BRZUZY L.P., CHAI E.Y., SALANITRO J.P., 1999.

Ecotoxicological and analytical assessment of hydrocarbon-contaminated soils and application to ecological risk assessment

Environmental Toxicology and Chemistry, 18: 1591-1607.

I saggi ecotossicologici sui suoli contaminati permettono di valutare l'effetto delle sostanze chimiche nei confronti della flora e della fauna edafica. Gli autori hanno sviluppato e condotto saggi ecotossicologici in otto località, su suoli contaminati da idrocarburi (<5.000-30.000 mg/kg idrocarburi totali da petrolio) e su suoli adiacenti di controllo non contaminati. Sono stati eseguiti saggi a 7 e 14 giorni, saggi cronici di sopravvivenza e di riproduzione con il lombrico Eisenia foetida e saggi di germinazione, allungamento radicale ed accrescimento con semi di mais, lattuga, senape e

frumento.

Sono state osservate risposte specie-specifiche, con concentrazioni di non-effetto osservato (NOECs) variabili da <1 a 100% di suolo contaminato. La NOEC del saggio di sopravvivenza a 14 giorni con il lombrico è risultata uguale o maggiore dei valori di NOEC del saggio di riproduzione, in base al numero di bozzoli e di neonati prodotti. La produzione di bozzoli e neonati è risultata variabile tra i suoli di controllo.

Le NOECs riferite alla germinazione e all'allungamento radicale di senape e lattuga sono risultate inferiori alle NOECs per il mais ed il frumento. Le NOECs per l'allungamento radicale sono risultate simili o inferiori a quelle per la germinazione.

Sono state riscontrate correlazioni statisticamente significative (p<0,05) tra sopravvivenza dei lombrichi e germinazione e concentrazione di idrocarburi nel suolo. Il saggio di sopravvivenza a 14 giorni con il lombrico e i saggi di germinazione vengono consigliati dagli autori per l'utilizzo nel contesto delle procedure di valutazione del rischio ecologico per i siti contaminati.

3

Dodson S.I., Merrit C.M., Shannahan J.-P., Shults C.M., 1999.

Low exposure concentrations of atrazine increase male production in *Daphnia* pulicaria

Environmental Toxicology and Chemistry, 18: 1568-1573.

Negli Usa, la concentrazione soglia nell'acqua potabile dell'atrazina, un erbicida di largo impiego, è pari a 3 ppb. I saggi di fecondità e sopravvivenza con *Daphnia* non evidenziano però alcun effetto negativo al di sotto di circa 100 ppb.

Analizzando i risultati di 24 saggi condotti con il crostaceo *Daphnia pulicaria*, gli autori hanno osservato una relazione di risposta-

esposizione tra il rapporto tra i sessi (sex ratio = [numero di maschi]/ [numero di femmine + maschi]) del crostaceo e l'atrazina. L'effetto consiste nell'aumento della produzione di maschi a seguito dell'esposizione ad atrazina durante l'embriogenesi di Daphnia. Tale fenomeno è rilevato a 0,5 ppb (concentrazione nominale) ed è molto pronunciato a 10 ppb ed oltre. L'effetto si osser-

va per concentrazioni di atrazina che corrispondono ai valori più elevati che di solito si riscontrano negli ambienti acquatici, quali laghi e corsi d'acqua, o nelle acque di falda e nella pioggia.I risultati dimostrano che il rapporto tra i sessi in Daphnia è di uno o due ordini di grandezza più sensibile all'atrazina rispetto alla sopravvivenza o alla fecondità dello stesso organismo.



LEPPÄNEN M.T. AND KUKKONEN J.V.K., 1998.

Relationship between reproduction, sediment type, and feeding activity of *Lumbriculus variegatus* (Müller): implications for sediment toxicity testing *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17: 2196-2202.

Lumbriculus variegatus è una delle numerose specie utilizzate nei saggi tossicologici sui sedimenti. Si tratta di un organismo di semplice allevamento e manipolazione, con un'ampia distribuzione e rappresentativo di uno dei gruppi più comuni d'invertebrati.

La riproduzione e l'attività alimentare di *L. variegatus* rivestono una certa importanza poiché

una delle principali vie di bioaccumulo delle sostanze idrofobiche associate ai sedimenti passa attraverso il sedimento ingerito. Nello studio, la defecazione e la riproduzione dell'oligocheta sono stati analizzati, sia per chiarirne le reciproche relazioni, sia per trarne indicazioni per il suo impiego nei saggi di tossicità sui sedimenti. Le condizioni d'allevamento hanno permesso

di determinare la taglia minima oltre la quale gli animali sono in grado di riprodursi durante il saggio (9 mg di peso fresco). Per quanto riguarda i saggi di tossicità, gli autori raccomandano di usare gli oligocheti di taglia maggiore per i saggi sulla riproduzione, mentre nei saggi di bioaccumulo è opportuno utilizzare gli individui frammentati di recente e con segmenti completi.



Petts G. E., 2000

A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters

Hydrobiologia, 422/423: 15-27

Sulla base di dati rilevati nell'ambito di recenti ricerche, l'Autore prende in esame le componenti abiotiche negli ecosistemi di acqua corrente e ne sottolinea il ruolo in funzione della loro integrità ecologica. Fino ad oggi, nell'approccio allo studio degli ambienti fluviali, è stata privilegiata la conoscenza di importanti fattori abiotici come ad esempio la temperatura, il cui ruolo, come regolatore della vita acquatica, è un fatto sicuramente acquisito. Per contro è stata posta minor attenzione verso altri fattori, solo apparentemente meno determinanti per l'integrità di tali ambienti.

L'Autore prende in considerazione fattori quali la stabilità delle componenti strutturali del corso d'acqua, definita in relazione a quella idrologica (frequenza, durata e periodo delle piene), e le caratteristiche del substrato (dinamica dell'alveo, forma del letto del fiume e granulometria dei sedimenti) evidenziandone l'importanza in riferimento a quattro scale spaziali.

Nella scala riferibile alla for-

ma dell'alveo, le interazioni tra acqua superficiale e di falda giocano un ruolo importante sia nello scambio energetico tra le componenti delle varie comunità, sia nel determinare l'andamento della temperatura nello strato superficiale dei sedimenti del letto del fiume, strato molto importante dal punto di vista ecologico. A livello di tratto fluviale, le trasformazioni subite dalla morfologia dell'alveo, la dinamica delle forme assunte dal corso d'ac-

qua ed i cambiamenti associati alle condizioni idrauliche costituiscono i fattori che determinano la struttura delle comunità bentoniche e di quelle ripariali. Nella scala riferibile al bacino idrografico, nuove ricerche hanno mostrato come i processi responsabili della formazione delle isole e dei canali che le separano dalle rive giochino un ruolo importante per la funzionalità fluviale. In ultimo, a livello di scala regionale, il regime della corrente

determinato dalla storia geomorfologica del fiume (che si svolge in un arco di tempo della durata di circa 16.000 anni) spiega i modelli ecologici.

L'integrazione delle conoscenze idro-geomorfologiche ricavate dalle quattro scale di analisi si dimostra indispensabile per comprendere le caratteristiche ecologiche delle acque correnti e per mantenere l'integrità ecologica.

Bunn S.E. & Davis P.M., 2000

6 Biologi

Biological processes in running waters and their implications for the assessment of ecological integrity

Hydrobiologia, 422/423: 61-70

Anche se gli approcci al biomonitoraggio stanno diventando di sempre più largo uso per la definizione dello "stato di salute" di fiumi e torrenti, spesso si trascurano aspetti critici della natura delle popolazioni e delle comunità biologiche su cui essi sono fondati. Molti approcci diagnostici basati sull'individuazione della struttura della comunità animali e vegetali si basano sul presupposto di una loro elevata persistenza temporale in assenza di disturbo antropico.

Tuttavia tale presupposto è stato dimostrato raramente con dati a lungo termine e ci sono evidenze che esso non sia vero per alcuni sistemi fluviali. Ad esempio, alcuni processi biologici, come la predazione e il reclutamento di nuove generazioni, possono essere responsabili di variazioni spaziali e temporali nella struttura di alcune comunità acquatiche. Questi processi possono impedire lo sviluppo di modelli predittivi robusti o l'elaborazione di indici basati sulla struttura attesa della comunità. I modelli di popolazioni o comunità vengono spesso utilizzati anche per dedurre l'evoluzione dell'ecosistema, eppure il legame tra modello di comunità e processo ecosistemico è stato dimostrato raramente.

Molti obiettivi di gestione fluviale sono volti al mantenimento dei processi ecologici naturali ed alla funzionalità dell'ecosistema, ma nei programmi di valutazione le misure dirette di questi processi sono spesso trascurate. Poiché tali misure sono spesso sensibili a fattori causali noti di compromissione della salute del fiume, è invece possibile sviluppare modelli predittivi semplici, ma potenti. Forse ancora più importante è la riflessione che, una volta rilevato l'impatto, le strategie di recupero sono tanto più ovvie quanto meglio sono conosciuti i processi causali.

In definitiva, il successo degli approcci di biomonitoraggio dipenderà da quanto bene avremo compreso i processi biofisici che influenzano la struttura e la dinamica di sistemi di fiumi e torrenti, ed il loro funzionamento.

BAUERNFEIND E. & Moog O., 2000



Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach

Hydrobiologia, 422/423: 71-83.

Gli efemerotteri – le cui larve costituiscono spesso una parte considerevole del materiale campionato durante le procedure di biomonitoraggio – giocano un ruolo importante in quasi tutte le comunità dei corsi d'acqua indisturbati. I taxa di efemerotteri sono ampiamente accettati come bioindicatori della qualità delle acque e rappresentano una parte consistente dei sistemi standardizzati per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua, attraverso gli indici saprobici. Ciò nondimeno, la validità del loro utilizzo dipende grandemente dalle strategie di campionamento e dalle modalità tecniche adottate. L'articolo tratta dei problemi che solitamente influenzano la corretta valutazione della struttura di comunità degli efemerotteri e mette in evidenza la necessità fondamentale di migliorare il significato dei campionamenti limnologici routinari di efemerotteri.

Il successo di una valutazione dell'integrità ecologica effettuata utilizzando i dati di diversità degli efemerotteri, ottenuti col metodo del biomonitoraggio o mediante studi più approfonditi, infatti, dipende dall'accuratezza della valutazione dei criteri di base che influenzano sia la distribuzione spaziale e temporale, sia l'abbondanza delle larve degli efemerotteri stessi. Un giusto approccio al problema dovrebbe includere i seguenti aspetti.

1. Ricostruzione di un inventario potenziale di specie per una

8

data sezione del torrente, con particolare riguardo alla distribuzione zoogeografica, alla zonazione longitudinale, agli aspetti tipologici che influenzano i modelli regionali delle comunità. Nell'articolo si prendono in esame le comunità di efemerotteri che caratterizzano le principali tipologie fluviali dell'Europa Centrale, ponendo particolare attenzione alla loro distribuzione longitudinale ed altitudinale.

- 2. La distribuzione e l'abbondanza delle comunità di efemerotteri dipendono strettamente dalla composizione e dalla struttura del mesohabitat. La compilazione di una lista completa delle specie richiede, perciò, campionamenti in tutti i tipi di habitat disponibili.
- 3. Le variazioni stagionali si riflettono non solo in una differente abbondanza e distribuzione delle specie, ma possono anche influenzare considerevolmente l'identificazione. I problemi possono sorgere specialmente se si confronta-

no campioni con una teorica lista di riferimento, o con campioni prelevati in differenti stagioni o stazioni. L'articolo definisce alcune linee guida per un appropriato campionamento stagionale.

- 4. L'efficienza di cattura dipende da un equipaggiamento appropriato e dalla tecnica di campionamento impiegata, che deve essere adatta per prendere in considerazione sia la distribuzione irregolare delle ninfe degli efemerotteri sia la differente struttura nei vari habitat. Un semplice retino manuale è poco costoso e può essere usato con massima versatilità in fiumi e corsi d'acqua di media grandezza.
- 5. Il corretto uso delle comunità di efemerotteri per stabilire l'integrità ecologica deve essere basato sull'identificazione a livello di specie. Vengono discusse brevemente la situazione tassonomica in tutto il mondo ed i possibili errori nell'identificazione delle specie centroeuropee.

INNIS S.A., NAIMAN R.J. & ELLIOT S.R., 2000

Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments

Hydrobiologia 422/423: 111-131

L'obiettivo degli autori è riunire le conoscenze scientifiche che hanno condotto all'elaborazione di metodi di rilevamento dell'integrità ecologica delle zone umide e di quelle riparali, con particolare riferimento a queste ultime. Vengono esaminati gli indicatori maggiormente utilizzati (parametri abiotici, specie, comunità faunistiche e floristiche e complessi funzionali), le modalità del loro utilizzo (singolarmente o come indicatori integrati), e gli algoritmi e modelli più adatti per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati. Complessivamente il lavoro mostra che, nonostante

la relativamente recente nascita dell'ecologia riparia, i rilevamenti ripari si sono sviluppati meglio di quelli correntemente utilizzati per la caratterizzazione delle zone umide. In generale, si raccomanda che i metodi utilizzati siano aggiornati e sottoposti a prove di intercalibrazione, che i nuovi metodi di rilevamento rapido garantiscano ragionevoli livelli di accuratezza per un ampio numero di utilizzatori in svariate situazioni, che i rilevamenti siano sviluppati per specifiche applicazioni (con operatori accreditati), che l'incertezza sia esplicitamente riconosciuta, che le implicazioni politiche di specifici metodi di rilevamento siano ampiamente discusse, e che i metodi siano formalmente saggiati per definirne l'accuratezza, il costo e la praticità.

In appendice viene proposto un protocollo per rilevamenti rapidi ed efficaci di integrità funzionale in ambienti ripari associati ad ecosistemi di acque correnti. Questo protocollo raccomanda l'utilizzo di indicatori integrati per definire l'integrità dell'ecosistema, quali l'abbondanza di specie terrestri nei corridoi ripari, lo sviluppo della copertura vegetale in alveo, la biodiversità, il microclima ed il seston (FPOM).

Beissel J.N., Usseglio-Polatera P. & Moretau J.C., 2000

The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities

Hydrobiologia, 422/423: 163-171

Viene esaminata la relazione tra eterogeneità del mesohabitat e comunità di macroinvertebrati in un torrente di quarto ordine (Mortagne, nord-est Francia). L'eterogeneità del mosaico del mesohabitat, intorno a ciascun punto campionato (per otto differenti superfici da 0,5 a 4 m di diametro) è descritta e integrata da una serie di descrittori ambientali che valutano l'eterogeneità della composizione e della configurazione del mosaico del substrato. Sono quindi analizzati dati faunistici, in termini di indici biocenotici e di composizione tassonomica. Il maggior numero di correlazioni significative e la più elevata correlazione significati-

9

10

11

va si ottengono per un mosaico con un diametro di 2 m intorno al punto campionato.

Sono state inoltre stabilite relazioni tra la struttura della comunità e l'eterogeneità del substrato. La ricchezza faunistica è risultata più alta in un ambiente eterogeneo composto da numerosi substrati, una spiccata disposizione a chiazze ed un alto rapporto perimetro/ superficie. Tale mosaico offre potenzialmente un gran numero di nicchie per gli invertebrati, mentre la distanza ridotta tra due tipi di substrato favorisce scambi di specie. All'opposto, un mosaico molto omogeneo offre una bassa varietà di nicchie e ospita un minor numero di taxa.

È stato inoltre osservato come, in un ambiente omogeneo, uno o due taxa particolari dominino la comunità, probabilmente perché si riduce la competizione con taxa che provengono da substrati vicini. La composizione della comunità dipende principalmente dalle caratteristiche del mesohabitat campionato. I risultati riportati mostrano che anche l'ambiente circostante ciascun mesohabitat ha una influenza significativa. Ulteriori ricerche sono necessarie per meglio definire l'influenza dell'eterogeneità del mosaico sulle caratteristiche biologiche ed ecologiche degli invertebrati.

Waters T. F., 1965

Interpretation of invertebrate drift in streams

Ecology, **46**: 327-334.

Il drift è un elemento di grande importanza nell'ecologia fluviale. Numerosi studi hanno evidenziato come il numero di individui trasportati a valle su una determinata superficie sia in alcuni casi molto superiore al numero di individui che vivono in quella stessa area. L'autore, in questo come in precedenti lavori, ipotizza che il drift sia una modalità di dispersione degli individui in eccesso e quindi sia strettamente legato alla produzione secondaria dei macroinvertebrati. In questo studio Waters approfondisce alcuni aspetti del fenomeno, quali la distribuzione verticale degli organismi nella colonna d'acqua, la relazione tra standing crop o biomassa ed entità del drift, i movimenti di dispersione verso monte e verso valle ed altro ancora. Lo studio è stato condotto in un piccolo torrente nel Minnesota, nel quale Baetis e Gammarus sono i generi maggiormente rappresentati nel drift. Entrambi i taxa vengono trasportati nell'intera colonna d'acqua e non solo in prossimità del

fondo; inoltre, non esiste una relazione netta tra biomassa di un tratto e drift del tratto successivo, in quanto gli organismi trasportati provengono in gran parte da aree molto lontane: si incontrano identici tassi di drift in situazioni in cui la biomassa è estremamente differente. In alcuni tratti viene inoltre rilevato, con osservazioni sperimentali, un aumento della biomassa durante la notte, dovuto ad un movimento di risalita controcorrente. Questo tasso di rimonta appare comunque estremamente basso rispetto al drift.

HULTIN L., SVENSSON B. and ULFSTRAND S., 1969

Upstream movements of insects in a south swedish small stream *Oikos*, 20: 553-557.

Gli autori hanno posizionato sul letto di un piccolo torrente sve-

dese alcune trappole ad ingresso preferenziale, al fine di determinare l'entità del movimento controcorrente. Una marcata reotassi positiva viene registrata nei crostacei anfipodi e in insetti anfibionti, come plecotteri, efemerotteri e tricotteri. Tale movimento pare comunque limitato per ciascuna specie ad un ristretto periodo stagionale e quindi ad un determinato stadio vitale. Lo studio evidenzia inoltre l'importanza del posizionamento delle trappole nell'alveo fluviale nella selettività e nell'efficacia di cattura delle stesse.

WILLIAMS D. D. and HYNES H. B., 1976 The recolonization mechanisms of stream benthos Oikos, 27: 265-272.

I macroinvertebrati colonizzano il substrato di un tratto fluviale
attraverso quattro direzioni preferenziali di movimento: verso monte, verso valle, con migrazione verticale dal substrato e tramite colonizzazione aerea. Gli autori quantificano l'entità e l'importanza delle diverse direzioni, posizionando
in un torrente canadese cinque diversi modelli di substrati artificiali,
quattro dei quali presentano un
ingresso preferenziale mentre il
quinto è il substrato di controllo.

Il drift risulta essere la componente principale del flusso di colonizzazione, con il 41,4% del numero totale di organismi. Il 28,2% proviene dalla ovideposizione da parte di individui alati, mentre la migrazione in acqua verso monte ed il movimento verticale dal substrato sono responsabili in misura pressoché uguale della rimanente percentuale. Tutte le componenti risultano quindi ugualmente importanti.

Si rilevano, inoltre, direzioni

preferenziali di movimento per i diversi gruppi di organismi: ad esempio, nematodi ed oligocheti si spostano con la stessa facilità sia a favore sia contro corrente, mentre numerosi efemerotteri tendono a colonizzare nuove aree basandosi in modo particolare sul drift. I chironomidi raggiungono i nuovi substrati tramite il trasporto passivo e la colonizzazione aerea, mentre il movimento dei bivalvi pare essere interamente verso monte.

Madsen B. L., Bengtsson J. and Butz I., 1977 Upstream movement by some Ephemeroptera species

Arch. Hydrobiol., 84: 119-127.

In questo 'classico' lavoro, gli autori indagano sulle direzioni preferenziali di movimento delle fasi alate di alcuni efemerotteri. Due trappole, costituite da una striscia di plastica trasparente, adesiva su entrambi i lati, sono state posizionate al di sopra di un torrente danese: gli insetti catturati sui due

13

lati indicano rispettivamente il flusso nelle due direzioni.

I risultati evidenziano che gli stadi immaginali, costituiti in gran parte da femmine pronte alla deposizione, mostrano un'evidente predilezione per uno spostamento verso monte, mentre gli stadi subimmaginali si muovono nei due sensi. Viene inoltre riscontrata un'evidente differenza tra i diversi taxa nella modalità del movimento: Baetis spp. pare risalire il torrente principalmente nella zona centrale, mentre Caenis rivulorum mostra una spiccata predilezione per un spostamento nei pressi delle rive.

WILLIAMS D. D., 1980

Temporal patterns in recolonization of stream benthos *Arch. Hydrobiol.*, 90: 56-74.

Vengono presentati i risultati di uno studio condotto in un fiume canadese, ove l'autore ha analizzato le modalità e le caratteristiche del fenomeno di ricolonizzazione da parte dei macroinvertebrati bentonici. Lo studio, della durata di un anno, ha previsto l'utilizzo di substrati artificiali (cestelli di ciottoli)

posti in alveo all'inizio di ogni mese e rimossi dopo trenta giorni. Il materiale raccolto era portato in laboratorio, ove si procedeva alla separazione del detrito inorganico e del detrito organico, distinguendo quest'ultimo in CPOM e FPOM, ed a una classificazione dei macroinvertebrati rinvenuti. Un numero relativamente basso di macroinvertebrati ha colonizzato i substrati durante i mesi invernali (dicembre-marzo) mentre il numero maggiore è stato registrato nel periodo tra giugno e settembre. Anche il numero di taxa colonizzanti è risultato minore nel periodo freddo. Il numero di individui è

risultato correlato positivamente con la temperatura dell'acqua e negativamente con la profondità dell'acqua. L'accumulo di detrito organico non è risultato correlato con il tasso di colonizzazione delle diverse specie.

Gran parte delle curve di colonizzazione dei macroinvertebrati può essere raggruppata in tre categorie fondamentali. Alcune specie presentano forti discontinuità nelle curve di colonizzazione: tale fenomeno è legato alla presenza di particolari cicli vitali, come la dispersione delle larve più giovani o la migrazione pre-metamorfosi delle larve mature.

15

Shaw D. W. and Minshall G. W., 1980 Colonization of an introduced substrate by stream macroinvertebrates *Oikos*, **24**: 259-271.

Gli autori in questo lavoro si propongono di determinare il tempo necessario per lo stabilirsi di una comunità macrobentonica stabile in un substrato 'nudo'. L'uso di substrati artificiali è molto diffuso nell'ambito di studi sull'ecologia dei macroinvertebrati e sulle risposte delle loro comunità all'alterazione ambientale.

In questo studio, sono state posizionate in alveo 21 cassette (25 x 25 x 25 cm) riempite con ciottoli ad altro materiale e rimosse dopo un tempo variabile tra 1 e 64 giorni. A gruppi di tre, le trappole restavano in acqua 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 giorni. Tutte le trappole erano poste in loco nello stesso momento: le

trappole 64-d, che venivano cioè rimosse dopo due mesi, erano posizionate a monte delle altre. Le trappole non venivano definitivamente asportate dopo il periodo di tempo stabilito, ma il loro substrato veniva pulito e reimmesso in alveo al momento opportuno per la durata della colonizzazione. Per esempio, le trappole 32-d non vengono levate al trentaduesimo giorno bensì, in quel giorno, il loro contenuto viene rimosso e reimmesso. In questo modo, il tempo totale di permanenza rimane lo stesso ma si eliminano così le possibilità di confusione legate alla presenza di diversi cicli vitali, alla diversa autoecologia delle specie, ai diversi periodi di emergenza degli stadi immaginali.

I risultati dimostrano che il tasso di colonizzazione varia con le specie e con le stagioni: alcuni taxa (generi Nemoura, Capnia, Baetis) sono colonizzatori precoci; la colonizzazione estiva risulta più rapida di quella invernale.

Inoltre, comparando i risultati delle trappole con campionamenti diretti realizzati con il retino, risulta evidente che le trappole dimostrano una certa selettività; se ne consiglia quindi l'impiego in studi sperimentali o inerenti il biomonitoraggio, ma non direttamente in ricerche che necessitino di dati quantitativi sulla composizione delle comunità naturali.

16

BIRD G. A. and HYNES H. B. N., 1981 Movement of immature aquatic insects in a lotic habitat Hydrobiologia, 77: 103-112.

In un fiume canadese sono stati esaminati i movimenti degli stadi larvali di insetti acquatici nelle diverse stagioni. Per rilevare il drift, sono state utilizzate apposite reti, mentre i movimenti controcorrente e laterali sono stati evidenziati con l'impiego di nasse e substrati artificiali. La componente principale del movimento è risultata quel-

la verso valle: il drift è notevolmente superiore come numero di individui al fenomeno di risalita verso monte o ai movimenti laterali.

Il drift appare strettamente connesso con la velocità della corrente nel periodo tra agosto e dicembre, mentre tale stretto legame non risulta evidente nei rimanenti mesi: probabilmente, questo è dovuto alla presenza di particolari periodi di sfarfallamento nei diversi gruppi. Il movimento sul substrato appare uniformemente distribuito nelle diverse direzioni: verso monte e lateralmente (sia verso il centro del fiume sia verso le sponde). Il drift appare quindi il meccanismo principale coinvolto nella colonizzazione e ricolonizzazione di nuove aree.

17

MÜLLER K., 1982 The colonization cycle of freshwater insects

Oëcologia **52**: 202-207.

Numerosi gruppi di insetti mostrano nella fase immaginale una spiccata tendenza a risalire controcorrente il fiume in cui si sono sviluppati come stadi larvali. L'autore, in questo lavoro, esamina le

diverse interpretazioni di questo fenomeno, attraverso un'ampia analisi del materiale bibliografico disponibile e la realizzazione di studi sul campo in Svezia e Danimarca. Grazie all'impiego di particolari sistemi di cattura, quali trappole adesive e di tipo Malaise, è stata quantificata l'entità del movimento di insetti alati sopra la superficie del corpo idrico.

I risultati evidenziano come numerosi efemerotteri, tricotteri, plecotteri presentino un flusso di individui controcorrente di gran lunga superiore a quello nel verso opposto, con percentuali addirittura pari al 75-95 %. Una prima interpretazione, fornita dall'autore

stesso in un precedente lavoro, interpreta il volo verso monte come uno schema comportamentale necessario per compensare il drift, che trascina verso valle gli stadi larvali. Si tratteggia quindi un ciclo complesso, con gli stadi immaturi dislocati a valle dalla corrente e gli stadi immaginali che risalgono attivamente l'asta fluviale per ovideporre. In altri casi, la risalita verso monte può essere interpretata come una strategia per sopravvivere al periodo invernale: alcuni Plecotteri risalgono i torrenti montani per deporre le uova in laghi alpini, ove le larve potranno svilupparsi in un ambiente idrologicamente più stabile ed al disgelo iniziare la colonizzazione degli effluenti. Una situazione simile è stata rilevata in alcuni ambienti di estuario: gli stadi larvali di una certa dimensione, trasportati a valle in acque a maggior salinità, colonizzano questi ambienti e riescono a svilupparsi. Lo stadio adulto, ritorna successivamente verso monte per la riproduzione, in quanto uova e giovani larve non tollererebbero la salinità del sistema costiero. La risalita verso monte può quindi essere un fenomeno legato ad una compensazione del drift, ad una strategia per la sopravvivenza durante periodi sfavorevoli o ancora allo sfruttamento di particolari biotopi in determinati stadi vitali.

GORE J. A., 1982

Benthic invertebrate colonization: source distance effects on community composition

Hydrobiologia, 94: 183-193.

In questo lavoro sono riportate le osservazioni relative alla colonizzazione da parte del macrozoobenthos di un canale artificiale, che collega due tratti fluviali naturali. Nei primi diciotto giorni dall'apertura sono stati effettuati campionamenti giornalieri nel canale stesso e nelle aree poste a monte ed a valle. Successivamente, i campionamenti hanno avuto una cadenza mensile.

Poiché la componente di maggior rilevanza nella colonizzazione è quella a favore di corrente, rappresentata dal drift, ne consegue che la colonizzazione nel canale procede da monte verso valle: nei tratti prossimi alla situazione inalterata, rappresentata dal fiume a monte, la comunità raggiunge una situazione di equilibrio nella metà del tempo necessario ad un'area posta 200 metri a valle.

I raccoglitori ed i filtratori sono i gruppi funzionali dominanti tra i primi colonizzatori: aumentando la complessità e la varietà degli habitat, aumentano le disponibilità trofiche e quindi il numero di taxa. L'autore suggerisce inoltre l'impiego dell'Indice di Jaccard per comparare diverse comunità e verificare quindi il raggiungimento di situazioni di equilibrio.

Brittain J. E. and Eikeland T. J., 1988 Invertebrate drift – a review Hydrobiologia, 166: 77-93.

In questo articolo gli autori passano in rassegna la vasta bibliografia relativa al drift (trasporto passivo degli organismi acquatici verso valle ad opera della corrente), un fenomeno dalle importanti e complesse ripercussioni ecologiche. Vengono anzitutto riportate le principali categorie in cui è stato classi-

19

ficato il drift: catastrofico, in seguito ad improvvise variazioni di portata o immissioni di pesticidi o sostanze estranee; comportamentale, legato alle attività dell'animale; diffusivo, come strategia per la colonizzazione di nuovi ambienti da parte di individui giovani; costante, caratterizzato da bassi numeri di

individui e dovuto all'accidentale distacco dal substrato di alcuni individui. Gli autori espongono i più diffusi metodi impiegati nella quantificazione del fenomeno, trattando poi la composizione tassonomica del drift negli habitat maggiormente campionati. Il drift non è un fenomeno costante, ma varia da

stagione a stagione, da giorno a giorno ed addirittura dal giorno alla notte. Nelle regioni temperate, il drift è sempre maggiore durante la notte ed è minimo durante l'inverno. Sono riportate considerazioni relative agli aspetti quantitativi, sia come numero complessivo di organismi sia come densità, ed alle distanze coperte dagli organismi entrati nel drift. Vengono elencate le principali variabili abiotiche (idrologia, chimismo, fotoperiodo, temperatura) e biotiche (ciclo vitale,

competizione intra ed interspecifica, predazione) che influenzano il fenomeno. Gli autori concludono sottolineando la necessità di avviare studi in campo ed in laboratorio per saggiare le diverse ipotesi funzionali del drift.

20

21

MACKAY R. J., 1992

Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 617-628.

Le modalità con cui i macroinvertebrati bentonici colonizzano
gli ambienti lotici sono passate in
rassegna, delineando i principali
modelli ecologici, comportamentali, trofici, che possono aiutare nella
descrizione del fenomeno della resilienza delle biocenosi dopo un'alterazione ambientale. Il tasso di
colonizzazione dipende dalla modalità dello spostamento degli invertebrati (volo, nuoto, drift, movimento sul fondo), dalla granulometria del substrato, dalla disponibilità di risorse trofiche, dall'intensità

della competizione intra ed interspecifica e dalla predazione. Numerosi studi inerenti substrati non colonizzati hanno inoltre affrontato il problema del tempo necessario per giungere ad una fase di equilibrio dinamico: ad una situazione cioè in cui la comunità è formata da un numero complessivo di taxa ed individui che tende a rimanere costante, essendo il flusso di organismi in arrivo pari quello in uscita. Questa fase viene solitamente raggiunta in un periodo di 10-25 giorni o un mese, in relazione alle

diverse caratteristiche ambientali.

Vengono inoltre presentati i risultati di esperimenti su piccola scala, relativi a disturbi localizzati, e su scala maggiore, legati alla creazione di corpi idrici artificiali o alle variazioni idrologiche in corpi naturali. I colonizzatori precoci appartengono in gran parte al gruppo trofico funzionale dei raccoglitori di detrito organico, seguiti dai filtratori; i tagliuzzatori ed i predatori necessitano di maggior tempo per colonizzare nuovi substrati.

Hershey A. E., Pastor J., Peterson B. J. E Kling G. W., 1993

Stable isotopes resolve the drift paradox for *Baetis* mayflies in an arctic river *Ecology*, 74: 2315-2325.

Gli insetti acquatici, secondo numerosi studi, mostrano un ciclo di colonizzazione che prevede il trasporto passivo verso valle degli stadi immaturi (*drift*), compensato dalla migrazione verso monte degli stadi immaginali. Un'altra accreditata ipotesi individua nel drift esclusivamente una modalità di dispersione degli individui in eccesso, che interviene quando in un tratto fluviale la produzione secondaria raggiunge elevati livelli. Le due ipotesi vengono saggiate utilizzando marcatori isotopici in una popolazione del genere Baetis nel Fiume Kuparuk, Alaska.

Questo corso d'acqua presenta un tratto a monte completamen-

te naturale ed un tratto a valle le cui acque vengono arricchite con fertilizzanti fosforici. Un tracciante isotopico (15N), immesso in un punto dell'asta fluviale, è stato rapidamente assimilato dalla flora algale epilitica, che rappresenta la principale risorsa trofica di *Baetis*. Comparando l'entità del drift nei due tratti (fertilizzato e non fertilizzato) risulta evidente la presenza di un maggior tasso nel tratto a monte.

Considerando che la presenza di predatori vertebrati ed invertebrati e le condizioni ambientali generali sono simili nei due tratti, è la diversa disponibilità trofica ad incidere sull'entità del drift. Viene quindi dimostrato che il drift di *Baetis* è una funzione dell'abbondanza di cibo e non della densità di individui. Inoltre, l'abbondanza di Baetis è maggiore a monte rispetto che a valle all'inizio di ogni estate, mentre il numero di femmine con uova risulta superiore a valle al termine della bella stagione. Con l'utilizzo di traccianti isotopici e l'applicazione di alcuni modelli matematici, gli autori forniscono prove quantitative sul movimento dei diversi stadi vitali di Baetis nelle diverse stagioni. I risultati confermano la validità del modello del ciclo di colonizzazione: il volo verso monte degli individui alati equilibra numericamente ed ecologicamente la discesa verso valle delle larve.

La vegetazione riparia come zona tampone per il contenimento dell'inquinamento diffuso

Milena Bucca¹, Maurizio Siligardi ² e Laura Mancini^{1*}

- 1 Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299 00161 Roma. * (fax 06 49387083; E-mail: Imancini@iss.it)
- Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente (APPA), Via Mantova 16 38100 Trento. E-mail: ctn.appa.@provincia.tn.it

Introduzione

Le usuali pratiche agricole comportano spesso un inquinamento diffuso delle acque superficiali e profonde, causato dal dilavamento di pesticidi e fertilizzanti dai terreni coltivati. Tramite meccanismi di lisciviazione (leaching) o di scorrimento superficiale (run-off), fitofarmaci e fitonutrienti (azoto e fosforo) possono così raggiungere e inquinare le acque superficiali e profonde (Voucht et al., 1994).

A differenza delle sorgenti inquinanti puntiformi (ad esempio scarichi fognari), facilmente individuabili, monitorabili e trattabili con impianti di depurazione, l'inquinamento diffuso, originato da vaste superfici adibite alla pratica agricola, sebbene possa contribuire grandemente al deterioramento della qualità delle acque, è molto più difficile da stimare e controllare. Proprio la natura diffusa degli apporti agricoli inquinanti, infatti, rende impraticabile il loro collettamento e trattamento. Il mantenimento o l'impianto di fasce vegetate lungo i corsi d'acqua, con funzione di intercettazione e trattamento diffuso degli apporti inquinanti, appare quindi una strategia di grande interesse pratico, sulla quale si è concentrata negli ultimi anni l'attenzione della ricerca (HAYCOCK et al., 1997).

In relazione alla variabilità delle caratteristiche fisiche (idrologiche, geomorfologiche), biologiche, della tipologia dei terreni e delle coltivazioni dei vari siti in analisi, i nutrienti diffondono dal terreno coltivato verso il corpo idrico, attraverso tre tipologie di deflussi delle acque (Franco 1997):

- deflusso superficiale: in concomitanza di forti precipitazioni si assiste ad un ruscellamento superficiale e turbolento (run-off) che asporta le particelle solide del terreno e il fosforo ad esse adsorbito;
- deflusso sub-superficiale: l'acqua che scorre sotto lo strato superficiale del suolo veicola le sostanze più solubili, come l'azoto nitrico;
- deflusso profondo: tipico delle aree con elevata permeabilità, in cui l'acqua si muove verticalmente verso la falda e trasporta con sé le sostanze azotate più solubili.

L'elevata pendenza e la bassa permeabilità riducono la frazione di acque meteoriche che s'infiltra nel suolo, accrescendo perciò lo scorrimento superficiale. Ne risulta condizionata anche la natura dei nutrienti apportati ai corsi d'acqua dal dilavamento meteorico dei terreni agricoli. Il fosforo, infatti, essendo insolubile e adsorbito alle particelle argillose, è veicolato con queste dal ruscellamento superficiale, mentre i nitrati, per la loro

solubilità, sono veicolati soprattutto dal deflusso sub-superficiale e profondo. Nell'area padana, l'elevata permeabilità dei terreni dell'alta pianura comporta un'elevata infiltrazione (quindi apporti prevalentemente azotati); nella bassa pianura, invece, caratterizzata da terreni poco permeabili, prevalgono gli apporti di fosforo legati al ruscellamento superficiale, soprattutto in occasione di eventi piovosi intensi.

Buffer strip e rimozione dei nutrienti azotati

Una vasta letteratura documenta la capacità delle fasce di vegetazione riparia di intercettare le acque di deflusso superficiale e sotterraneo e di rimuoverne i nutrienti, funzionando così come una fascia tampone (buffer strip, buffer zone) che protegge la qualità dei corsi d'acqua (HAYCOCK et al., 1997). L'efficienza di rimozione aumenta con la larghezza della fascia riparia; secondo Peterjohn e Correl (1984) una fascia larga 50 m è in grado di rimuovere l'89% dell'azoto e l'80% del fosforo contenuti nelle acque che l'attraversano (tab. **I**).

Secondo Paecelow e Hubsch-MAN (1991), basterebbero solo 3 m di siepe per ridurre di 2/3 la concentrazione dei nitrati nelle acque

Tab. I. Riduzione percentuale dell'azoto in fasce tampone di differente larghezza.

$\begin{array}{c} \textbf{Larghezza} \\ (\mathbf{m}) \end{array}$	Concentrazione iniziale (mg Nl ⁻¹)	Nutriente	Tipo	Riduzione (%)	Fonte dei Dati
Scorrimento ipogeo					
30	5,2	Azoto	Bosco	100	Pinay e Décamps (1988)
25	7,4	Azoto	Bosco	68	Lowrance $et al (1984a)$
19	6,8	Azoto	Bosco	93	PETERJOHN e CORREL (1984)
50		Azoto	Bosco	99	PETERJOHN e CORREL (1984)
Scorrimento superfic	iale				
30	175,2	Azoto	Bosco	98	Doyle $et\ al\ (1977)$
30	69,3	Azoto	Bosco	98	Doyle <i>et al</i> (1977)
30	47	Azoto	Bosco	98	Doyle <i>et al</i> (1977)
50	4,5	Azoto	Bosco	78	Peterjohn, Correl (1984)

iporreiche. In ogni caso, però, l'ampiezza della fascia riparia va commisurata alla specifica situazione locale: in generale può variare tra i 10 e i 150 m e dipende dalla direzione, dall'entità e dalla velocità del deflusso afferente alla fascia stessa. È da considerare inoltre il tempo di residenza, impiegato dall'acqua ad attraversare la fascia riparia, che è funzione -oltreché delle variabili suddette- anche, nel caso di deflusso da acqquifero, del gradiente idraulico, della permeabilità del suolo e della superficie piezometrica. Se, per esempio, la direzione del flusso è obliqua alla zona tampone, il tempo di residenza aumenta notevolmente poiché il tragitto che l'acqua deve compiere è maggiore rispetto ad un flusso perpendicolare. I meccanismi di rimozione non sono ancora completamente chiariti. Va premesso che il ruscellamento superficiale è un fenomeno discontinuo e di breve durata che si manifesta solo in occasione di piogge intense; di norma esso contribuisce per non più del 30 % alla portata dei corsi d'acqua, che è perciò alimentata in massima parte dal deflusso sotterraneo. La qualità delle acque fluviali è dunque fortemente influenzata dai processi che le acque iporreiche subiscono nell'attraversare lo strato di suolo interessato dalla rizosfera (CORREL, 1997).

Secondo Peterjohn e Correl (1984) e Correl e Weller (1989). l'accumulo annuo di azoto nella biomassa legnosa è solo di 12-20 Kg N per ettaro. L'assorbimento radicale dei nitrati, la loro assimilazione e accumulo nella biomassa legnosa possono dunque spiegare al massimo il 30 % della rimozione dei nitrati dalle acque sotterranee; tale processo, inoltre, è necessariamente limitato al periodo vegetativo. Queste osservazioni, assieme alla rimozione osservabile nel periodo invernale di riposo vegetativo, indicano che l'assorbimento radicale, pur essendo importante, non è il meccanismo principale della rimozione dell'azoto dalle acque iporreiche.

Attualmente il meccanismo principale sembra essere la denitrificazione dei nitrati ad azoto molecolare gassoso, che si libera nell'atmosfera (Fig. 1) (Pinay et al., 1990). Il processo di denitrificazione richiede condizoni anaerobiche o, comunque, un basso potenziale di ossido-riduzione (Eh), perdurante nel suolo per almeno una parte dell'anno. Nel mantenimento di tali condizioni la vegetazione riparia

gioca un ruolo determinante: essa, infatti, rilascia nel suolo grandi quantità di sostanza organica (liberata dal ricambio dei peli radicali e lisciviata dalla lettiera di foglie di piante decidue), la cui demolizione comporta il consumo dell'ossigeno disciolto e l'instaurarsi di condizioni riducenti (CORREL, 1997).

In alcune fasce vegetate riparie la denitrificazione è discontinua, associata ai periodi piovosi occasionali o stagionali: l'innalzamento della superficie freatica, infatti, induce condizioni riducenti negli strati superficiali del suolo, prima insaturi ed aerobi. In queste situazioni con alternanza di denitrificazione e nitrificazione (DUFF e TRISKA, 1990; TRISKA et al., 1990), anche le perdite di N₂O e di NO (oltre a quelle di N₂) possono spiegare la rimozione dei nitrati osservata nelle buffer zone (CORREL, 1997).

I meccanismi di rimozione dell'azoto dalle acque sono dunque complessi e coinvolgono tutte le sue trasformazioni. L'azoto costituisce il più comune dei fattori limitanti per la crescita degli organismi viventi poiché entra nella costituzione delle proteine e degli acidi nucleici: sebbene costituisca il 78% del miscuglio di gas che si trovano nell'atmosfera, esso non

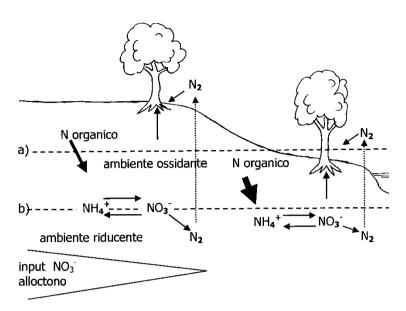


Fig. 1. Rappresentazione spaziale del ciclo dell'azoto attraverso un transetto perpendicolare al corso d'acqua in presenza di vegetazione riparia arborea o arbustiva in due momenti idrologici: a) livello di piena; b) livello di magra. (Pinay et al., 1990)

può essere utilizzato dalle piante superiori visto che si trova sotto forma molecolare (N₂). Anche l'azoto contenuto nei residui organici vegetali ed animali non può essere direttamente utilizzato dalle piante superiori che, per la loro crescita, necessitano di nitrati e di sali di ammonio. Questi derivano per la maggior parte dai processi di decomposizione delle sostanze organiche presenti nel terreno ad opera di batteri che, attraverso tali reazioni chimiche, traggono energia utile per il loro metabolismo. (Borin e Marchetti, 1997; Haycock et al., 1993). Le principali fasi di trasformazione dell'azoto sono riassunte di seguito.

$\begin{array}{ll} \bullet & \mbox{Mineralizzazione della Materia Organica (Ammonificazione):} \\ \mbox{Azoto organico} \Leftrightarrow \mbox{NH}_4^{\ +} \\ \end{array}$

(batteri ammonificanti) Parte dell'ammonio prodotto si combina nel terreno con anidride carbonica formando carbonati di ammonio.

Ossidazione delle sostanze

$\mathbf{minerali}\,(\mathbf{Nitrificazione})\!:$

La trasformazione dell'azoto ammoniacale in nitrato, avviene in due tappe grazie a ceppi diversi di batteri: nella prima l'ammonio viene ossidato ad acido nitroso il quale si lega con il calcio o il magnesio presenti nel terreno, mentre nella seconda tappa i nitriti sono ossidati a nitrati.

$$\begin{split} &(\mathrm{NH_4})_2\mathrm{CO_3} + 3\mathrm{O_2} \Longrightarrow 2\mathrm{HNO_2} + \mathrm{CO_2} + \\ &3\mathrm{H_2O} \qquad (Nitrosomonas) \\ &\mathrm{Ca(\mathrm{NO_2})_2} + \mathrm{O_2} \Longrightarrow \mathrm{Ca(\mathrm{NO_3})_2} \\ &\qquad \qquad (Nitrobacter) \end{split}$$

I nitrati formatisi nel processo di nitrificazione non restano tutti disponibili alle piante, poiché altri batteri svolgono il processo inverso fino a giungere ad ammoniaca e azoto molecolare che si liberano nell'atmosfera.

• Riduzione delle sostanze minerali (**Denitrificazione**):

$$\begin{array}{c} {\rm NO_3} \dot{\quad} \Rightarrow {\rm NO_2} \Rightarrow {\rm NO} \Rightarrow {\rm N_2O} \Rightarrow {\rm N_2} \\ & (Achromobacter,\,Aerobacter,\,Alcaligenes,\,Bacillus,\,{\rm etc.}) \end{array}$$

La direzione del processo dipende dal potenziale d'ossido-riduzione del suolo; come si è visto, due fattori determinanti per spostarlo verso condizioni riducenti sono la disponibilità di sostanza organica carboniosa (fornita dal ricambio della rizosfera e dalla lettiera di foglie) e l'innalzamento della superficie freatica (che riduce la zona insatura del suolo e gli scambi con l'ossigeno atmosferico).

In conclusione, i meccanismi finora individuati di rimozione dell'azoto dalle acque iporreiche sono la denitrificazione, l'assorbimento da parte dei vegetali (uptake), l'assorbimento nella matrice (substrato), la volatilizzazione ammoniacale ($NH_4^+ \Rightarrow NH_3$). Il fosforo, invece, è rimosso dalle acque per assorbimento dei vegetali e per adsorbimento alle particelle del substrato

Impiego della vegetazione riparia per la rimozione dei nutrienti

Considerato l'attuale quadro conoscitivo, non sorprende il grande interesse suscitato dall'impianto di vegetazione riparia con funzione di fascia tampone lungo le sponde, soprattutto nelle aree sorgive e lungo i corsi d'acqua d'ordine inferiore.

Un primo importante ruolo della vegetazione riparia e della lettiera da essa prodotta è quello di accrescere l'attrito, rallentando grandemente la velocità delle acque di ruscellamento provenienti dai terreni circostanti (cariche di nutrienti nelle aree agricole). In tal modo viene favorita la sedimentazione delle particelle terrose e del fosforo ad esse legato, riducendo la torbidità delle acque fluviali e contrastandone l'eutrofizzazione (SCHLOSSER e KARR, 1981a, b).

Com'è intuibile, sembra che una densa copertura erbacea sia più efficace della vegetazione legnosa nel trattenere il particolato veicolato dalle acque di ruscellamento (OSBORNE e KOVACIC, 1993; Parson et al., 1994); la vegetazione legnosa sarebbe invece più efficace nella rimozione dei nitrati dalle acque iporreiche per la maggiore profondità raggiunta dalla rizosfera e la maggior quantità di sostanza organica rilasciata, necessaria a mantenere a lungo termine un basso potenziale Eh (Correll, 1997). Entrambi i processi di rimozione sono favoriti dal flusso laminare delle acque e da una pendenza del terreno inferiore al 5% (PETERJOHN e Correll, 1984): se, invece, il deflusso diviene concentrato e canalizzato, sono ostacolate sia la sedimentazione che l'infiltrazione e, perciò, anche i processi di rimozione dei nutrienti.

Nell'utilizzo delle zone tampone, occorre tenere in considerazione che i cicli vegetativi e quindi il grado di rimozione dei nutrienti, sono variabili nello spazio e nel tempo. Raggiungono il massimo nei periodi estivi, in concomitanza con i valori massimi di temperatura e di luminosità e quando permane uno stato di continua gemmazione legato al grado di maturità delle varie specie vegetali. Fasce tampone disetanee garantiscono tassi di crescita e di rilascio di sostanza organica meno discontinui. In inverno, ovviamente, si raggiungono i minimi dell'assorbimento dei nutrienti da parte dei vegetali, a causa del calo della temperatura e della dormienza vegetativa, ma la loro rimozione è compensata dalla denitrificazione batterica che può comunque aver luogo se nel substrato permangono condizioni favorevoli di temperatura e umidità. Le diverse efficienze depurative delle buffer strip dipendono quindi, non solo dalla larghezza ma anche dalla loro età, dalla tipologia della vegetazione (erbacea, legnosa o mista) (Borin, 1998) (tab. II).

Nella strategia per il contenimento dell'inquinamento diffuso vanno naturalmente tenuti nella massima considerazione gli accorgimenti delle buone pratiche agricole, quali l'utilizzo di concimi organici in quantità appropriate alle esigenze dei vari tipi di coltura (evitando sovradosaggi e riducendo allo stretto necessario l'uso dei concimi chimici e dei pesticidi), l'alternanza delle colture ed il ricorso a colture di copertura, che proteggono il suolo dall'erosione.

Un'altra strategia consiste nel controllo dell'immissione dei nitrati nell'ambiente agricolo, mediante una regolamentazione dell'uso del territorio orientata alla protezione dei bacini idrografici e delle aree di captazione degli acquiferi. I risultati sono però riscontrabili dopo molto tempo, a causa del lento smaltimento dei nitrati accumulati nel suolo che, gradualmente, continuano ad inquinare la risorsa.

Indirettamente, si può ridurre l'apporto di azoto al corpo idrico riducendo il volume d'acqua che vi giunge defluendo dai terreni agrari; a tal fine può essere impiegato

Tab. II. Risultati di precedenti studi sull'efficienza della rimozione dei nitrati e dei fosfati dalle acque superficiali e sotterranee attraverso le fasce tampone forestate e erbacee. I range in percentuale rappresentano i valori medi stagionali. Percentuali negative indicano che le concentrazioni sono aumentate piuttosto che diminuite.

Larghezza (m)	Parametri	%di riduzione	tipologia VBS	Autori
Subsuperficiale				
16	Azoto	93	Foresta	Jacobs & Gilliam, 1985
19	Azoto	93	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
25	Azoto	68	Foresta	LOWRANCE et al., 1984b
30	Azoto	100	Foresta	Pinay & Decamps, 1988
50	Azoto	99	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
19	Fosforo	33	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
50	Fosforo	-11 4	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
Superficiale				
30	Azoto	98	Foresta	Doyle, <i>et al.</i> , 1977
50	Azoto	79	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
9	Azoto	73	Prato	Dillaha <i>et al.</i> , 1989
5	Azoto	54	Prato	Dillaha <i>et al.</i> , 1989
19	Fosforo	74	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
50	Fosforo	85	Foresta	Peterjohn & Correl, 1984
9	Fosforo	79	Prato	Dillaha <i>et al.</i> , 1989
5	Fosforo	61	Prato	DILLAHA et al., 1989

un drenaggio controllato, che garantisca l'alimentazione dell'apparato radicale delle colture, riducendo il ruscellamento superficiale. La tecnica del drenaggio controllato quindi, adatta in condizioni di bassa pianura, determina una riduzione delle perdite annuali di azoto del 30-50% (BELCHER e PROTASIEWICZ, 1991; SKAGCS, et al. 1993).

Esempi altrettanto validi di fitodepurazione sono rappresentati dai sistemi acquatici, che utilizzano piante galleggianti, plancton e pesci per l'assimilazione dei nutrienti, ed i sistemi palustri con vegetazione elofitica. Questi sistemi di zone umide costruite (constructed wetlands) non sono tuttavia generalizzabili lungo l'intero sviluppo del reticolo idrografico e sono perciò più adatti al trattamento di scarichi puntiformi. L'impianto di buffer strip, invece, oltre ad avere una maggiore efficienza nell'abbattimento del fosforo, è di realizzazione più facile (impianto di latifoglie arboree decidue quali, ad esempio, Salix alba, Alnus glutinosa, Populus alba, Fraxinus excelsior, Viburnum opulus), richiede tecniche di gestione non troppo onerose, è applicabile ad aree notevolmente estese, presenta costi di realizzazione e di gestione inferiori, non interferisce con le attività urbane, industriali ed agricole e, infine, fornisce la possibilità di fruire dell'area boscata per attività ricreative e sociali (Franco, 1997).

Le fasce boscate possono essere realizzate in punti strategici prestabiliti: sui corsi d'acqua più degradati, dove i naturali processi di autodepurazione sono compromessi, laddove sono necessari interventi di rinaturazione o di miglioramento paesaggistico, nelle aree soggette ad una maggiore pressione di carichi inquinanti diffusi.

Non possono essere sottaciute, inoltre, altre funzioni svolte dalle fasce boscate riparie. La teoria del River Continuum Concept (CUM-MINS, et al., 1984; VANNOTE et al., 1980; MINSHALL et al., 1985), attribuisce ad esse un ruolo determinante nella regolazione del metabolismo eterotrofico fluviale e della stessa composizione strutturale delle comunità di macroinvertebrati. Tale ruolo, esplicato in quanto fonte principale d'alimento per gli organismi acquatici e attraverso l'ombreggiamento (che, riducendo la fotosintesi e la produzione primaria, conduce al prevalere del metabolismo fluviale eterotrofico), influenza anche la zonazione longitudinale dei gruppi trofici di macroinvertebrati (trituratori, predatori, pascolatori, sminuzzatori, raschiatori, filtratori) (SILIGARDI et al., 2000).

La vegetazione riparia contribuisce inoltre a rinfrescare le acque fluviali sia in maniera diretta (proteggendole, con l'ombreggiamento, dai raggi solari) che indiretta: l'evapotraspirazione, infatti, raffredda le acque sotterranee che, prima d'alimentare lateralmente il corso d'acqua, attraversano la rizosfera (BESCHTA, 1984; SINOKROT e STEFAN, 1993).

Le fasce riparie, oltre a svolgere un efficace consolidamento delle sponde (proteggendole dall'erosione) accrescono la diversità ambientale (radici esposte, tronchi incassati in alveo, ecc); costituiscono, infine, un serbatoio di biodiversità, un ecotono di transizione tra il comparto acqua ed il territorio circostante, un corridoio ecologico per i movimenti della fauna, aree di riparo per molti animali e zone di svernamento per l'avifauna migratoria (Franco, 1998).

Considerate le molteplici funzioni svolte dalle fasce di vegetazione riparia, la loro tutela dovrebbe rientrare tra gli obiettivi prioritari anche negli interventi di regimazione fluviale. Spesso, invece, i corsi d'acqua che scorrono nelle aree agricole sono interessati da opere ingegneristiche che alterano la fascia vegetale perifluviale, con grave pregiudizio per la qualità delle acque e per le valenze ecologiche e paesaggistiche.

Anche la conduzione dell'agricoltura non tiene conto dei servizi offerti dalla vegetazione riparia: così il più delle volte l'estensione dell'area coltivata avviene a spese delle fasce tampone che, invece, proprio in tali situazioni che comportano un maggior rilascio di nutrienti (FENNESSY e CRONK, 1997), richiederebbero d'essere ampliate. È quindi auspicabile che tra le norme delle buone pratiche agricole, orientate all'uso sostenibile del territorio, sia introdotto il rimboschimento della fascia perifluviale lungo i corsi d'acqua di ogni ordine, siano essi naturali o artificiali.

Bibliografia

Belcher H.W., Protasiewicz L.J., 1991. Water quality impact of subirrigating maize. Proc. International Conference on subirrigation and controlled drainage, East Lansing, MI, USA: 12-14.

Beschta R.L., 1984. TEM84: A computer model for predicting stream temperatures resulting from the management of streamside vegetation. Report WSDG-AD-00009, USDA Forest Service, Watershed Systems Development Group, Fort Collins, CO, 76 pp.

Borin M., Marchetti C., 1997. Sistemi

- di depurazione delle acque basati sull'uso della vegetazione macrofita. *Ambiente Risorse e Salute*, **55**: 7-13.
- Borin M., 1998. Agricoltura e inquinamento delle acque: metodi di studio e indicazioni della ricerca. *Genio Rurale*, 12: 39-48.
- CORREL D.L., 1997. Buffer zones and water quality protection: general principles. In: Haycock N.E., Burt T.P., Goulding K.W.T., Pinay G. (eds.), Buffer zones: their processes and potential in water protection. The proceedings of the international conference on buffer zones, September 1996. Quest Environmental, UK: 7-20.
- CORREL D.L., WELLER D.E., 1989. Factor limiting processes in freshwater wetlands: an agricultural primary stream riparian forest. In: Sharitz R.R. e Gibbons J.W. (Eds.) Freshwater Wetlands and Wildlife. USDOE, Oak Ridge, TN, USA: 9-23.
- Cummins K.W., Minshall G.W., Sedell J.R., Cushing C.E., Petersen R.C., 1984. Stream ecosystem theory. Verth. Int. Ver. Limnol., 22: 1818-1827.
- DILLAHA E.A., RENEAU R.B., MOSTACHIMI S., Lee D., 1989. Vegetative filter strips for agricultural non-point source pollution control. *Trans ASAE*, 32.
- DOYLE R.C., STANTON G.C., WOLF D.C., 1977. Effectiveness of forest and grass buffer strip in improving the water quality of manure polluted runoff. Am. Soc. Agric. Eng., Paper no. 77-2501, St Joseph, MI.
- Duff J.H., Triska F.J., 1990. Denitrification in sediments from the hyporheic zone adjacent to a small forested stream. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 47: 1140-1147.
- FENNESSY M.S., CRONK J.K, 1997. The effectiveness and restoration potenzial of Riparian Ecotones for the management of nonpoint sourde pollution, particularly nitrate. Critical reviews in Environmental Science and Technology, 27(4): 285-317.
- Franco D., 1997. Le zone tampone boscate per il controllo dell'inquinamento diffuso. *Ambiente Risorse e* Salute, 57: 19-23.

- Franco D., 1998. Siepi ed ecologia del paesaggio. *Genio Rurale*, 3: 13-19.
- HAYCOCK N.E., PINAY G., WALKER C., 1993. Nitrogen retention in river corridors: European perspective. Ambio, 22: 340-346.
- HAYCOCK N.E., BURT T.P., GOULDING K.W.T., PINAY G. (eds.), 1997. Buffer zones: their processes and potential in water protection. The proceedings of the international conference on buffer zones, September 1996. Quest Environmental, UK, 322 pp.
- JACOBS T.C., GILLIAN J.W., 1985. Riparian losses of nitrate from agricultural drainage water. J. Environ. Oual. 14: 472-478.
- LOWRANCE R.R., TODD R.L., FAIL JR J., HENDRICKSON JR. O., LEONARD R., ASMUSSEN L., 1984a. Riparian forest as nutrient filterers in agricoltural watersheds. *Bioscience*, 34: 374-377.
- LOWRANCE R.R., TODD T.T., ASMUSSEN L.E., 1984b. Nutrient cycling in agricultural watershed. J. Environ. Qual. 13: 22-27.
- Minshall G.W., Cummins K.W., Petersen R.C., Cushing C.E., Bruns D.A., Sedell J.R., Vannote R.L., 1985. Developments in stream ecosystem theory. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 1045-1055.
- Osborne L.L. e Kovacic D.A., 1993. Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management. *Freshwater Biology*, **29**: 243-258.
- PAECELOW M., HUBSCHMAN J., 1991. Des mesures simples contre la pollution par les nitrates. Perspectives Agricoles, 155: 77 – 82.
- Parson J.E., Daniels R.B., Gilliam J.W., Dillaha T.A., 1994. Reduction in sediment and chemical load in agricultural field runoff by vegetative buffer strips. Report No. UNC-WWRI-94-286, Water Resources Res. Inst., Raleigh, NC, USA, 45 pp.
- Peterjohn W.T., Correl D.L., 1984. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. *Ecology*, **65**: 1466-1475.
- PINAY G., DECAMPS H., 1988. The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aq-

- uifer and surface water. A conceptual model. Regulated River Res. Manag., 2: 507-516.
- Pinay G., Decamps H., Chauvet E., Fustec E., 1990. Functions of ecotones in fluvial systems. Naimann R.J. and Decamps H. (Eds.). The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones. Man and the Biosphere series, 4.The Parthenon Publishing Group, Carnforth: 141-164.
- Schlosser I.J., Karr J.R., 1981a. Riparian vegetation and channel morphology impact on spatial patterns of water quality in agricultural watersheds. *Environ. Manage.*, 5: 233-243.
- Schlosser I.J., Karr J.R., 1981b. Water quality in agricultural watersheds: impact of riparian vegetation during baseflow. *Water Resources Bull.*, 17: 233-240.
- Siligardi M., Bernabei S., Cappelletti C., Chierici E., Ciutti F., Egaddi F., Franceschini A., Maiolini B., Mancini L., Minciardi M.R., Monauni C., Rossi G., Sansoni G., Spaggiari R., Zanetti M., 2000. I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), 221 pp.
- Sinokrot B.A., Stefan H.G., 1993. Stream temperature dynamics: measurements and modelling. Wat.Res., 29: 2299-2312.
- SKACGS R.W., EVANS R.O., CHESCHEIR G.M., PARSON J.E., GILLIAN J.W., SHEETS J.T., LIEDY R.B., 1993. Water table management effects on water quality and productivity. Tidewater Research Station, Plymouth, North Carolina.
- Triska F.J., Duff J.H., Avanzino R.J., 1990. Influence of exchange flow between the channel and hyporheic zone on nitrate production in a small mountain stream. Can. J. Fish. Aquatic Sci., 47: 2099-2111.
- VANNOTE R., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E., 1980. The River Continuum Concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 130-137.
- Vought L.B., Dahl J., Pedersen C.L., Lacoursiere J.O., 1994. Nutrient retention in riparian ecotones. *Ambio*, 23(6): 342-348.

PRIME RIFLESSIONI SULL'APPLICAZIONE DELL'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE

Gilberto Natale Baldaccini¹& Giuseppe Sansoni²

- 1 ARPAT, Via Vallisneri, 6 -55100 Lucca
- 2 ARPAT, Via del Patriota, 2 54100 Massa

Ad un anno dalla pubblicazione del manuale edito dall'ANPA ed in seguito alle prime esperienze di applicazione dell'I.F.F. riteniamo opportuno condividere alcune riflessioni che ci sembra consentano di individuare con maggior precisione le risposte necessarie alla compilazione della scheda di rilevamento, ma anche di approfondire alcuni concetti insiti nelle domande.

Contrariamente al monitoraggio chimico e batteriologico, nel quale l'espressione del giudizio di qualità non richiede un coinvolgimento profondo dell'operatore (che può, addirittura, delegare ad altri sia la fase del campionamento, sia quella dell'analisi), il monitoraggio di tipo biologico, che utilizza ad esempio l'I.B.E., così come quello ecologico -è il caso dell'I.F.F.non possono prescindere dalla piena "immersione" dell'operatore nel corso d'acqua e da un'osservazione molto ravvicinata, per cogliere gli indici visuali presenti, distinguere i vari microambienti, effettuare un rilevamento mirato ed efficiente, individuare ed identificate tutti i taxa presenti o leggere con attenzione l'ambiente ripario e quello confinante, interrogarsi criticamente sulla congruenza e coerenza dei risultati ottenuti con le caratteristiche dell'ambiente indagato.

Una riflessione di fondo scaturita in modo particolare dall'applicazione del monitoraggio ecologico con l'I.F.F. riguarda le diverse modalità e capacità d'osservazione richieste. Se, infatti, per molti aspetti permane la necessità di un'osservazione molto ravvicinata, per una puntuale caratterizzazione del tratto esaminato, per altri occorre "prendere le distanze" dal corso d'acqua per evitare che allo sguardo, concentrato sui particolari offerti dal ristretto campo visivo, sfuggano elementi strutturali di grande rilevanza che possono essere colti e interpretati solo da una visione d'insieme.

Questa breve nota -basata su situazioni reali- intende richiamare l'attenzione proprio sulla necessità di questo cambiamento della scala d'indagine e, in particolare, su alcuni segnali che si colgono meglio (o soltanto) con l'osservazione a distanza. Per accrescerne l'efficacia comunicativa, gli esempi sono associati alla relativa domanda della scheda I.F.F..

Domanda 1: stato del territorio circostante

Nel rispondere a questa domanda, durante varie esperienze, abbiamo avuto modo di apprezzare l'utilità delle foto aeree relative al tratto in esame, come del resto suggerito dal manuale. Le foto aeree, integrando la cartografia di riferimento, si sono rivelate un mezzo molto efficace per agevolare la scelta delle risposte poiché spesso le sponde, la vegetazione, gli edifici o altre barriere visive impediscono di apprezzare, in tutta la sua ampiezza, la struttura del territorio circostante. Ovviamente tale materiale dovrebbe essere sufficientemente aggiornato da riportare la reale situazione del territorio circostante ai vari tratti esaminati.

Nelle linee guida relative a questa domanda si chiede di fornire una risposta anche in caso di alvei pensili, sottolineando l'importanza di definire le caratteristiche del territorio circostante anche se questo, a prima vista, non sembra esercitare chiare azioni di causaeffetto sulla funzionalità del corso d'acqua. In merito a tale aspetto, potrebbe sorgere una perplessità: se il territorio è di fatto separato sia superficialmente (rilevati arginali) che iporreicamente (dislivello del piano di campagna, arginature o difese spondali impermeabili al flusso idrico sotterraneo) dal sistema fluviale vero e proprio, come può esercitare azioni di causa-effetto sulla funzionalità di quest'ultimo?

Che senso ha, dunque, rispondere a questa domanda?

30

Un'osservazione da distanza può consentire di rispondere all'interrogativo, fornendo l'occasione d'approfondire l'influenza del corridoio fluviale e il livello di compromissione della funzionalità nel caso del suo isolamento dal corso d'acqua o, addirittura, della sua scomparsa. Il corridoio fluviale, se d'ampiezza adeguata (può estendersi anche alla piana inondabile e ai versanti) e se colonizzato da formazioni vegetali ben strutturate, rappresenta infatti un fattore d'alta valorizzazione di tutto il sistema ecologico in cui viene ad integrarsi. Nella sua accezione più ristretta, il corridoio fluviale, soprattutto nei tratti pianeggianti, è quella fascia di territorio che raccorda i margini esterni delle anse e accoglie le migrazioni dell'alveo (Fig. 1). Tale fascia ospita la successione vegetazionale tipica degli ambienti ripari (la fascia perifluviale), ma si estende anche al di là di essa, comprendendo parte della piana alluvionale. Interventi ragionevoli di difese spondali dovrebbero essere realizzati con opere mirate e soltanto sul lato esterno delle anse, laddove queste tendessero a sconfinare nella piana alluvionale, mentre le arginature dovrebbero sempre mantenere al loro interno una parte di corridoio fluviale.

Il corridoio fluviale, infatti, è un vero e proprio corridoio ecologico che riveste un ruolo determinante d'interconnessione tra gli ecosistemi territoriali, un elemento essenziale per reti ecologiche ben strutturate. Esso consente i flussi migratori e trofici delle specie animali, anche più propriamente terrestri, favorendone le interrelazioni con il corso d'acqua.

Le interconnessioni tra il corso d'acqua e il territorio circostante non sono quindi limitate al flusso idrico superficiale o sotterraneo, ma anche alle funzioni svolte dal corridoio fluviale. Nel caso di alveo pensile o arginato si viene a perdere sicuramente la funzione idrogeologica, ma non necessariamente (o non sempre del tutto) quella ecologica.

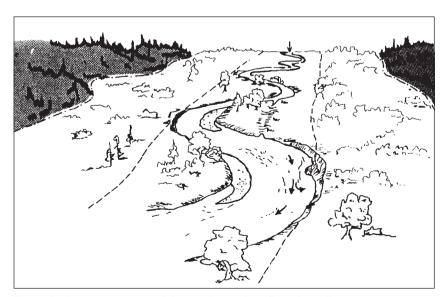


Fig. 1. La linea tratteggiata delimita il corridoio fluviale, nella sua accezione più ristretta. In quella più ampia di corridoio ecologico, invece, esso comprende anche la piana alluvionale e la vegetazione dei versanti.

La caratterizzazione del territorio circostante deve quindi prendere in considerazione la zona immediatamente adiacente alla fascia perifluviale, escludendo quest'ultima dall'osservazione. In un corso d'acqua con alveo pensile, o arginato da rilevati in terra o in cemento, il "territorio circostante" da osservare è la zona esterna all'argine.

Sarà quindi importante stabilire le condizioni del territorio circostante di un alveo pensile o arginato, nella prospettiva di una sua possibile rinaturazione, capace di fargli recuperare almeno la funzione ecologica. La presenza di un corridoio ben strutturato può essere, infatti, importante anche se esso è collocato oltre gli argini che delimitano un alveo pensile. Giustamente, dunque, il manuale richiede di rispondere anche in questo caso, in funzione di una riqualificazione ambientale anche al di fuori dei rilevati arginali.

Domanda 2 e 2 bis: vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria e secondaria

Per rispondere a questa domanda occorre valutare la struttura delle cenosi vegetali riparie che si insediano lungo il corso d'acqua e costituiscono la fascia perifluviale, dopo aver stabilito se questa appartiene alla tipologia primaria o secondaria.

Spesso, nella scelta tra le due tipologie, possiamo essere tratti in inganno da situazioni in cui non è così immediata la corretta identificazione. Ciò si verifica quando siamo di fronte a tratti che hanno subito interventi di rettifica delle sponde o che sono addirittura di origine artificiale.

Per facilitare la scelta è opportuno soffermarsi a riflettere sul significato intrinseco delle definizioni con cui vengono distinte le due fasce.

La fascia perifluviale primaria, formatasi secondo modelli naturali, è quella che garantisce la continuità della transizione tra ambiente acquatico e terrestre e la permeabilità ai flussi tra territorio circostante e alveo. Sono, infatti, primarie anche le fasce insediatesi su
rive ben rinaturate o su rive in cui
le arginature sono talmente distanti dall'alveo da non essere più interessate dalle abituali dinamiche fluviali.

La fascia perifluviale secondaria è quella formatasi all'interno di un alveo artificiale, in cui sia evidente l'interruzione della continuità e/o della permeabilità con il territorio circostante.

È essenziale, a nostro parere, tenere ben presenti i due requisiti necessari -continuità e permeabilità- indicati nel manuale per individuare una fascia perifluviale primaria. Il ricorso ai principi fondamentali, infatti, rappresenta la miglior guida alla valutazione dei casi reali che necessariamente, essendo innumerevoli, non possono essere tutti espressamente trattati nel manuale.

Diviene allora spontaneo, ad esempio, considerare "primaria" anche la fascia di vegetazione insediatasi all'interno di una difesa spondale, quando siano garantite la permeabilità e la continuità trasversale con il territorio circostante

Per esplicitare ancor meglio il concetto con alcuni esempi, una fascia perifluviale interna ad un argine –quand'anche questo fosse permeabile– sarà sempre secondaria poiché il suo elevarsi rispetto al piano di campagna rappresenta un'interruzione del continuum tra ambiente acquatico e terrestre; unica eccezione –già prevista nel manuale– è rappresentata da un argi-

ne talmente distante dall'alveo da contenere già al suo interno la fascia di transizione con l'ambiente terrestre.

Merita rammentare, per inciso, che gli argini, dovendo contenere le acque di piena, sono costruiti a prova di sifonamento: sono perciò sempre impermeabili, sia nella parte rilevata sia nelle fondamenta. Le difese spondali, invece, non avendo la funzione di contenere le piene, ma quella di contrastarne l'azione erosiva, sono caratterizzate da una quota uguale o inferiore al piano di campagna; la loro permeabilità è perciò tecnicamente indifferente, dovendo esse rispondere solo a requisiti di robustezza.

Nel caso di una difesa spondale il requisito della permeabilità è facilmente intuibile: sarà soddisfatto nel caso di una difesa in gabbioni, in massi ciclopici o con opere di ingegneria naturalistica (es. palificate, rivestimenti con astoni di salice, ecc.), mentre non sarà soddisfatto nel caso di massi cementati o, peggio, di un muro spondale in calcestruzzo (Fig. 2).

Meno scontata è la valutazione del requisito della *continuità*, essenzialmente legato alla pendenza della difesa spondale: una pendenza elevata, infatti, rappresenta in ogni modo una discontinuità nella transizione ambiente acquatico-terrestre, mentre una modesta pendenza (o una modesta altezza) possono ugualmente garantire una sufficiente continuità. Tra questi due estremi restano tuttavia numerosi casi reali che si prestano ad incertezze di valutazione: un utile elemento di giudizio potrebbe forse essere il confronto con la pendenza naturale dei versanti.

Per quanto riguarda invece l'individuazione delle formazioni vegetali, sempre all'interno di questa domanda, quando ci si trovi in

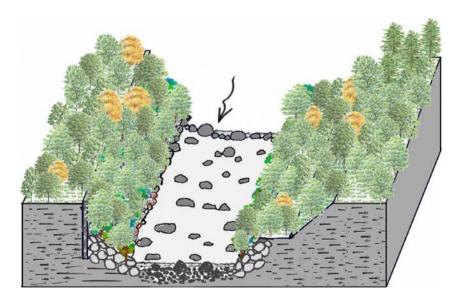


Fig. 2. Sulla destra idrografica (a sinistra nella figura) una difesa spondale in massi poggiata a tergo su un muro in cemento: venendo meno il requisito della permeabilità, la fascia di vegetazione perifluviale, anche se reinsediatasi da lungo tempo secondo processi naturali, va considerata secondaria. La difesa spondale in sinistra idrografica è, invece, permeabile: se essa non è eccessivamente elevata o inclinata, la fascia di vegetazione perifluviale che la colonizza può essere considerata primaria, essendo soddisfatto anche il requisito della continuità.

assenza di formazioni arboree riparie, il metodo assimila ai popolamenti arbustivi ripari le formazioni a canneto. In questa situazione, occorre tuttavia assicurarsi che la formazione di canneto colonizzi effettivamente la fascia perifluviale e non solo l'alveo. È sembrato opportuno puntualizzare questo aspetto, pur già previsto nel manuale ed implicito nel concetto stesso di fascia perifluviale, solo perché istintivamente si è portati a pensare al canneto come ad una formazione presente nell'alveo bagnato, presso le rive.

La funzione svolta dal canneto in alveo è del resto già valutata nella domanda n. 7, in quanto sistema di ritenzione della materia organica veicolata dalle acque ed elemento in grado di incrementare anche la diversità in alveo.

Domanda 5: Condizioni idriche dell'alveo

In questo caso la scala d'osservazione va allargata nel tempo, anziché nello spazio. È cioè necessaria una raccolta preventiva di dati relativi ai regimi di portata che caratterizzano il corso d'acqua in esame e ai fenomeni che -essendo causa di portate insolite durante il rilevo- possono condurre a sottostime o sovrastime dell'ampiezza dell'alveo di morbida. Diverse situazioni contingenti (ad es. scioglimento dei nevai, precipitazioni consistenti sui rilievi, derivazioni idriche permanenti o intermittenti), infatti, possono rendere problematica la stima reale dell'alveo di morbida. Qualora non si abbia un'approfondita conoscenza del "proprio" corso d'acqua, è perciò indispensabile l'ac-

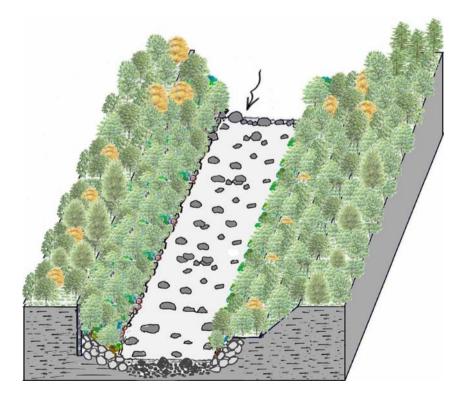


Fig. 3. La vegetazione che ha ricolonizzato da lunga data una vecchia difesa spondale in massi può mascherare quest'ultima alla vista di un osservatore posto in alveo. Il tracciato innaturalmente rettilineo, ben visibile da un'osservazione a distanza, resta però un evidente indizio di un intervento artificiale.

quisizione di dati sulla vita idrologica dei tratti fluviali esaminati e sulla loro storia.

Domanda 8: Erosione

Nonostante l'apparente semplicità del rilevamento della capacità erosiva del corso d'acqua sulle rive, è facile essere tratti in errore di valutazione quando essa, pur essendo elevata, è impedita da opere longitudinali di difesa spondale "mascherate" da una rigogliosa vegetazione riparia. Nel caso rappresentato dalla figura 3, ad esempio, l'operatore situato in alveo non rileverà segni d'erosione, ma è possibile che gli sfugga l'esistenza delle difese spondali, sia perché colonizzate da una fitta vegetazione, sia perché i massi sulle rive -essendo del tutto simili a quelli in alveonon inducono a sospettare un intervento artificiale. Non è dunque così difficile attribuire erroneamente la risposta col punteggio massimo, anziché quella col punteggio minimo.

Anche in questo caso, uscendo dall'alveo ed osservando il corso d'acqua da maggior distanza, sarà possibile già al primo colpo d'occhio cogliere elementi d'artificialità –quali un tracciato rettilineo, sponde con pendenza uniforme, o altri aspetti innaturalmente geometrici– che, se necessario, potranno essere confermati da un'osservazione ravvicinata.

È importante, nel fare queste considerazioni, non confondere tali interventi di regimazione con quelli di rinaturalizzazione spondale, volti a rimuovere le strutture di difesa rigide adottando soluzioni più "morbide" o anche rigide, ma attente a riprodurre morfologie e situazioni assimilabili, nella forma e nella sostanza, a quelle naturali.

Domanda 9: Sezione trasversale

Analoghe considerazioni sulla necessità di osservare l'elemento oggetto d'indagine senza lasciarsi fuorviare dal mascheramento svolto dalla vegetazione sono riferibili alla domanda n. 9, volta a definire la naturalità della sezione fluviale.

A tal proposito, l'esempio della figura 4 è molto istruttivo: nonostante a prima vista possa apparire una sezione naturale, se l'alveo viene "spogliato" idealmente dalla sua copertura vegetale, ne diviene evidente il profilo nettamente geometrico conseguente alla sistemazione artificiale, sia pure molto datata. Tale situazione deve quindi condurre alla risposta "artificiale con qualche elemento naturale" (risposta c), dove l'elemento naturale è costituito dall'alveo bagnato, non sottoposto agli interventi artificiali che hanno interessato le sponde.

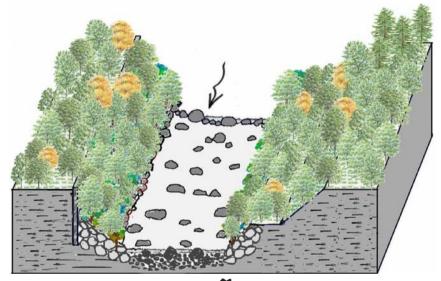
Conclusioni

Le considerazioni e puntualizzazioni su esposte confermano la validità delle raccomandazioni di evitare una compilazione frettolosa della scheda IFF e di compiere continuamente, invece, approfondite riflessioni sulle articolate linee guida riportate nel manuale.

Solo attraverso questa procedura è possibile, infatti, evitare di essere sopraffatti da valutazioni troppo soggettive, forse uno dei principali ostacoli alla corretta applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale.

Per cogliere l'insieme degli elementi morfologici d'importanza ecologica, sia quelli richiedenti un'osservazione puntuale, sia quelli meglio interpretabili con un sostanziale allargamento del campo visivo, sono particolarmente utili ripetuti cambiamenti della scala d'osservazione.

È evidente come il processo di messa a punto di un metodo non termini con la stesura del manuale; anzi, è proprio la sua disponibilità che consente di iniziare su vasta scala la verifica delle potenzialità di applicazione nel nostro Paese, così ricco di tipologie ambientali diversificate. Per una sempre più vasta e proficua diffusione del metodo è auspicabile che gli utilizzatori condividano tra loro le loro esperienze maturate, ampliando l'inventario dei casi, l'approfondimento e gli spunti di riflessione.



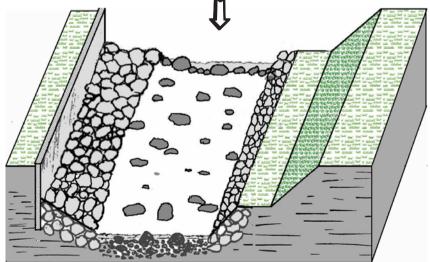


Fig. 4. Nella rappresentazione della sezione, al fine di valutarne la naturalità, le sponde vanno "spogliate" dalla vegetazione, per meglio cogliere l'andamento delle superfici.

Il ruolo dei tecnici faunisti nella gestione del territorio a fini venatori

Riccardo Carradori¹

Biologo - Tecnico faunista, Via. G. Spontini, 14, Pistoia. (Fax 0573 366235; E-mail riccardo.carradori@libero.it)

La legge n. 157 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio", approvata dal parlamento italiano nel febbraio del 1992, apre un nuovo capitolo nella pratica dell'attività venatoria. Infatti, per la prima volta, coloro che praticano la caccia sono chiamati direttamente a gestire, proteggere e conservare l'ambiente naturale.

L'opera del legislatore è improntata sul principio di permettere l'esercizio della caccia solo nei casi in cui tale attività non pregiudichi la sopravvivenza dell'ambiente naturale e delle specie selvatiche. Per fare ciò, occorre che il cacciatore eserciti la caccia su specie presenti in buona quantità e solo dopo aver creato le condizioni necessarie per non pregiudicare, con il proprio passatempo, l'ambiente naturale. La legge stabilisce che debba esservi un legame fra il cac-

ciatore e il proprio territorio, definendo un rapporto preciso fra pressione venatoria e zone di caccia e fissando un indice massimo non superabile (Tab. 1).

Il cacciatore è vincolato al proprio ambiente di residenza, nel quale si impegna al fine di mantenere una popolazione di animali selvatici consistente e stabile. L'attività si lega al territorio mediante la creazione di apposite strutture, gli Ambiti Territoriali di Caccia (ATC). È attraverso i comitati di gestione degli ATC che i rappresentanti delle associazioni venatorie, degli agricoltori, degli enti locali e, non ultimi, degli ambientalisti, dirigono e indirizzano le attività di conservazione, salvaguardia e ripristino ambientale. L'uniforme presenza dei cacciatori sul territorio interrompe il fenomeno del "nomadismo venatorio" e obbliga le associazioni di ambientalisti, agricoltori e cacciatori a cooperare.

A dieci anni di distanza dalla sua promulgazione, non sono state ancora interamente raggiunte tutte le mete che la legge si prefiggeva; tuttavia è ben delineato lo scenario all'interno del quale operare. Se le decisioni di indirizzo dell'ambito territoriale sono riservate al comitato di gestione, le strategie gestionali e i piani faunistici territoriali competono, invece, al faunista. Il ruolo del tecnico acquista, quindi, un valore di primaria importanza in tale scenario.

L'attività del professionista richiede l'applicazione di molteplici tecniche e professionalità che implicano conoscenze di biologia, ecologia, zoologia ma anche botanica, cartografia, veterinaria, silvicoltura.

Il tecnico incaricato di stilare un piano gestionale non può prescindere dalla conoscenza del territorio. Normalmente, come prima azione, inizia con una sua ricognizione, per conoscere le potenzialità e i limiti dell'ambiente. Per esempio nella provincia di Pistoia l'attività gestionale relativa ad un'area di circa 500 ettari ha richiesto una serie di sopralluoghi, al termine dei quali è stata redatta una carta dell'uso del suolo ai fini della gestione della fauna selvatica.

La mappa, oltre a indicare il tipo di vegetazione dominante con le varie pratiche agricole, riporta

Tab. 1. Finalità della gestione dell'ambiente naturale a fini venatori

Finalità

Utilizzare le risorse provenienti dal mondo venatorio per incrementare la naturalità territoriale, accrescere il numero di specie selvatiche, conservare gli ambienti.

Indirizzare l'attività venatoria verso le specie più facilmente gestibili (p. es. riproducibili in ambienti controllati) diminuendo la pressione su altre più vulnerabili.

Utilizzare i cacciatori come operatori/selezionatori per controllare le specie in eccessiva espansione (eccedenti la *carring capacity*).

anche minuti particolari come piccole riserve di acqua, presenze, anche isolate, di alberi da frutto, tracce o segni di animali selvatici. Tale documento diviene un insostituibile strumento di lavoro che si accresce con il proseguimento dell'attività, aggiornandosi con le indicazioni dei luoghi di rilascio degli animali, delle opere di miglioramento e ripristino ambientale, delle catture eseguite.

Sovrapponendo alla carta dell'uso del suolo, redatta ai fini della gestione della fauna selvatica, gli habitat ottimali caratteristici delle specie selvatiche, si ottiene la carta delle vocazioni faunistiche. Grazie a tale documento si indicano le aree dove è possibile stimare le presenze e il numero degli animali selvatici. Con la successiva stima delle carrying capacity attuali (ovvero del numero massimo di individui che, per ciascuna specie, può vivere in un territorio) si può iniziare a progettare un piano di gestione faunistica.

Il piano di gestione è un progetto che si sviluppa all'interno del piano faunistico venatorio provinciale e si perfeziona mano a mano che si accrescono le opere e le conoscenze dell'area. Dalla stima della carring capacity attuale si passa alla progettazione e alla valutazione delle capacità potenziali, ponendosi l'obiettivo del raggiungimento della massima variabilità di specie e del consolidamento delle presenze numeriche delle popolazioni animali. A tal fine, si ricorre alla coltivazione di essenze vegetali particolarmente appetite dalla fauna selvatica, si recuperano gli incolti o si creano ex novo ambienti naturali (Tab. 2).

È fonte di grande soddisfazione osservare, in un terreno un tempo abbandonato, il fiorire dei papaveri fra l'orzo e il grano. È il caso di un oliveto collinare abbandona-

Tab. 2. Le opere di incremento delle capacità portanti di un ambiente naturale.

Gestione degli ambienti naturali

Protezione habitat

riduzione inquinamento contenimento erosione

Incremento diversità

diffusione di specie vegetali diverse da quelle dominanti

Recupero attività colturali tradizionali

es. sovescio letamai

Miglioramenti ambientali

es. coltivazioni essenze gradite alla fauna

 $\begin{array}{c} {\bf restauro\ habitat}\,({\bf creazione\ di\ zone}\\ {\bf umide}) \end{array}$

recupero di incolti

to di circa cinque ettari, nel quale rovi, ginestre e stipe avevano coperto la chioma degli alberi. Le operazioni di ripulitura hanno richiesto l'intervento di un trattore con trinciastocchi per più di 100 ore. Successivamente il terreno è stato fresato e seminato a grano, pisello e veccia. Le fresate, nel mese di maggio, appaiono verdi e rosse, interrotte dalle file di ulivi e da piccole querce e alberi da frutto selvatici che, in venti anni di abbandono, hanno occupato alcune parti del podere e che sono state accuratamente mantenute. Il luogo, oltre al tecnico che aveva progettato l'opera e ai vari volontari che l'hanno eseguita, piace ai fagiani che vi hanno trovato alimentazione verde, insetti per la prole e luogo di rifugio.

Quando si tratta di ambienti complessi risultanti da interazioni provenienti da più e vari agenti, occorre verificare di continuo la validità del metodo applicato. Come negli esperimenti scientifici, nei quali oltre al test che si vuole esaminare si conduce anche un'esperienza confirmatoria dell'affidabilità del metodo, così nei progetti di gestione ambientale è periodicamente prevista la verifica e la conferma dei risultati raggiunti, tramite l'esecuzione di censimenti. I conteggi sono utilizzati come verifica dei risultati raggiunti e, al tempo stesso, come base di dati su cui ipotizzare le strategie gestionali per il futuro (Tab. 3).

Uno dei sistemi forse più conosciuto, al fine di valutare le presenze di lepre nelle pianure, è il conteggio eseguito nelle ore notturne con il faro. Per pochi secondi l'animale si immobilizza nel cono di luce e può essere agevolmente individuato e distinto da altre presenze. In tale modo si individuano, infatti, anche volpi, istrici, tassi. Attraverso l'applicazione di modelli matematici è possibile risalire al numero di individui presenti. Un'ulteriore indagine nel periodo che segue il parto fornirà indicazioni circa il tasso riproduttivo. A completare il quadro della dinamica della popolazione concorrono anche i dati degli abbattimenti e delle catture.

Occorre sottolineare la grande importanza che riveste il ruolo del volontariato in tutte le fasi della gestione territoriale. L'esperienza dei cacciatori più vecchi ed esperti costituisce un bagaglio di infor-

Tab. 3. Principali azioni finalizzate alla gestione di una specie.

Interventi diretti

Immissione

reintroduzioni ripopolamenti

Controllo specie indesiderate

Valutazione dei danni alle colture

Valutazione dell'efficacia delle azioni e progettazione

censimenti studio dei tesserini venatori mazioni puntuali sulle abitudini delle popolazioni selvatiche del luogo: "...le lepri stanno tutte nel podere d' Nanni!". E, in effetti, l'esposizione, il drenaggio, la vicinanza di luoghi di ricovero, la relativa tranquillità, sono tutti fattori che giocano un ruolo fondamentale nell'accrescere la densità di lepri proprio nella zona indicata dall'anziano cacciatore.

Oltre all'esperienza conta anche lo spirito di partecipazione e la quantità di lavoro richiesta al cacciatore. Alcuni tipi di caccia, come quella di selezione, prevedono, oltre alla frequenza di corsi specifici, un consistente numero di ore da dedicare alle operazioni inerenti la gestione della specie. Per la caccia al capriolo i cacciatori eseguono una serie di censimenti al fine di stimare il numero di animali presenti sul territorio.

Il lavoro del faunista prevede l'indicazione della suddivisione per classi di età degli animali, distinguendo fra maschi e femmine adulti, vecchi, giovani. Sulla base delle presenze viene stilato un piano di prelievo.

Il piano individua specificatamente il numero di individui da eliminare precisando il numero degli adulti, dei vecchi, dei giovani. Ecco l'importanza di conoscere le presenze degli animali sul territorio: è, allora, possibile prelevare il surplus di produzione della popolazione senza minacciarne la sopravvivenza.

Il ruolo del tecnico continua seguendo altri interventi; per esempio progetta le opere di reintroduzione o di ripopolamento della fauna. La prima attività si attua nel caso che una popolazione particolare sia scomparsa da un territorio e, quindi, occorra introdurla ex novo; la seconda è un intervento di rilascio di animali in un ambiente dove tale specie è già presente, ma con un numero di esemplari così basso da non poter mantenere una popolazione vitale. Tali operazioni sono precedute dall'identificazione e dalla rimozione delle cause che hanno creato condizioni tali da minacciare l'estinzione delle popolazioni di animali selvatici.

Occorre lavorare anche per la protezione o la ricostituzione degli habitat distrutti, recuperare le procedure colturali andate in disuso, talvolta ritrovare e diffondere varietà vegetali locali appetite alla fauna selvatica. Per questo si acquistano campi di grano o si coltivano appositamente terreni per lasciare il raccolto nei campi, perché possa essere utilizzato dagli animali come alimento.

La tendenza attuale è quella di operare in modo che l'ambiente sia in grado di mantenere popolazioni vitali di specie selvatiche quali fagiano, starna, lepre, cervo, capriolo, daino, cinghiale, attestandosi su numeri tali da poter sopportare una pressione venatoria fissata sulla base della possibilità di abbattimento solo del *surplus* della produzione faunistica.

Talvolta, tuttavia, siamo costretti a ricorrere ad allevamenti di fauna selvatica per ristabilire le presenze delle specie sul territorio. Il faunista si carica così di nuove competenze affinando le proprie abilità nell'individuare le migliori condizioni di allevamento degli animali e le tecniche ottimali per le modalità di rilascio.

È solo grazie a un'opera quotidiana di studio del territorio e di applicazione delle metodiche, ma anche mediante un'attività di mediazione e di coinvolgimento di tutti i soggetti interessati all'ambiente naturale, che il lavoro del tecnico faunista ottiene i risultati sperati. Il ruolo del professionista nella gestione venatoria degli ambienti naturali sin qui delineato è, allora, di primaria importanza, integrandosi con più professionalità e fondando la gestione degli ambienti naturali su procedimenti oggettivi.

Rassegna su *Escherichia coli* ed enterococchi come indicatori della qualità delle acque

Busignani Emanuela¹, Bucca Milena¹, Anselmo Antonella¹, Veronesi Yuri², Formichetti Paolo¹ e Mancini Laura^{1*}

- 1. Istituto Superiore di Sanità, Laboratorio di Igiene Ambientale, viale Regina Elena 299, 00161 Roma.
- 2. ARPA Emilia Romagna, Via Amendola 2, 42100 Reggio Emilia.
- * Autore referente per la corrispondenza (fax 06 49387083, e-mail: lmancini@iss.it)

INTRODUZIONE

Gli standard di qualità microbiologica delle acque stabiliscono concentrazioni di batteri indicatori che non dovrebbero essere superate per proteggere la salute umana dai patogeni (FIKSDAL et al., 1997). Questi organismi indicatori in genere non causano direttamente disturbi, ma sono buoni "previsori" della presenza di patogeni (virus, protozoi, batteri) nelle acque.

Perciò, considerato il gran numero di specie differenti di patogeni potenzialmente presenti e la complessità della loro identificazione e conteggio (spesso laboriosi e difficoltosi), in loro vece si ricercano usualmente i microrganismi indicatori.

Dato che il microrganismo originariamente chiamato Bacterium coli commune veniva invariabilmente ed esclusivamente ritrovato nelle feci umane, la sua presenza nelle acque fece presumere, già dal secolo scorso, la potenziale presenza anche di patogeni enterici. Il termine coliformi è stato perciò usato per indicare quei batteri che ricordavano l'originale descrizione del Bacterium coli (più tardi Escherichia coli) e i coliformi sono stati universalmente utilizzati come indicatori di contaminazione fecale.

Molti altri batteri sono stati usati come indicatori di contaminazione fecale (ad esempio streptococchi, enterococchi), per differenziare il gruppo animale di provenienza (bifidobatteri, alcune specie di enterococchi), l'età o la lontananza della sorgente di inquinamento (ad esempio spore di clostridi) e lo stato trofico (Tab. I).

Spesso, specialmente per le acque usate a scopo ricreativo, è stata messa in discussione l'opportunità di utilizzare gli indicatori fecali come "marcatori" di patogeni umani.

L'Agenzia di Protezione Ambientale statunitense (US-EPA, 1986) ha dimostrato che *E. coli* e gli enterococchi sono i migliori organismi indicatori della presenza di patogeni che causano disturbi gastro-intestinali ed ha specificato, come priorità della stessa Agenzia per il triennio 2000-2002, il passaggio all'uso di questi indicatori in tutti gli Stati Uniti (US-EPA, 2000a).

In Italia, il decreto legislativo n. 152 del 1999 (ITALIA, 1999) e le sue successive integrazioni stabiliscono la classificazione dei corpi idrici in funzione degli obiettivi di qualità ambientale ed individuano E. coli come parametro significativo per l'analisi microbiologica delle acque superficiali e reflue urbane includendolo tra i parametri "macrodescrittori" utilizzati –assieme all'Indice Biotico Esteso– per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici che, in rapporto alla presenza di inquinanti chimici, consente l'attribuzione dello stato di qualità ambientale.

Viene quindi superato il concetto di limite di legge per singolo parametro, sostituito dall'integrazione dei risultati chimici, microbiologici e biologici per una valutazione complessiva del corpo idrico.

Gli enterococchi sono utilizzati dal nuovo decreto come indicatori per le acque marine costiere.

A differenza delle precedenti normative sulle acque, il D. Lgs. n. 152/99, utilizza indicatori di tipo microbiologico non solo per usi particolari della risorsa (utilizzo diretto da parte dell'uomo, balneazione, potabilizzazione) (Tab. II), ma anche per valutare la qualità dei corsi d'acqua.

CLASSIFICAZIONE

Escherichia coli

E. coli, appartenente al gruppo dei batteri coliformi, è una specie tassonomicamente definita della famiglia Encterobacteriaceae. La definizione storica di questo gruppo si è basata sul metodo di identificazione (fermentazione del lattosio) piuttosto che sulle regole della sistematica batterica: è un microrganismo a forma di bastoncello, anaerobio facoltativo, Gram-negativo, asporigeno, che fermenta il lattosio con formazione di gas e acido dopo 48 h di incubazione a 44 °C; è mobile per flagelli peritrichi e, in molti stipiti, è fornito di

Tab. I. Microrganismi utilizzati come indicatori di diverse condizioni delle acque potabili.

Microrganismi	Indicatori di:
Escherichia coli	Contaminazione fecale di origine umana ed animale.
Coliformi fecali o termotolleranti (Escherichia coli, Klebsiella, Ente- robacter, Citrobacter)	Contaminazione fecale di origine animale ed umana (validi sostituti di <i>E. coli</i>). Inefficienza dei sistemi di trattamento delle acque.
Coliformi totali (Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Serratia fonticola, Rahnella aquatilis, Buttiauxella agrestis, Yersinia)	Contaminazione fecale. Inefficienza dei sistemi di trattamento delle acque e mancata integrità della rete. Presenza di nutrienti e ricrescita nelle reti idriche.
Streptococchi fecali (Streptococcus faecalis, S. faecium, S. equinus, S. avium, S. bovis, S. gallinarum, S. durans)*	Contaminazione fecale di origine umana ed animale. Inefficienza dei sistemi di trattamen- to delle acque. Contaminazione delle acque sotterranee da acque di dilavamento e da ac- que superficiali.
Clostridi solfito riduttori (spore)	Contaminazione fecale di origine umana ed animale. Contaminazione da virus enterici e protozoi patogeni.
Enterovirus	Contaminazione da virus enterici.
Batteriofagi Virus enterici umani	Contaminazione da liquami. Contaminazione fecale.
Batteri filamentosi	Colonizzazione microbica di reti idriche. Biocorrosione. Occlusione di pozzi.

^{*} II termine "streptococchi fecali" viene mantenuto perché questo gruppo di microrganismi è così indicato nel DPR 236/88 ancora vigente.

 ${\bf Tab.~II.}$ Limiti di legge relativi alla concentrazione (UFC/100ML) di indicatori microbiologici in acqua

	Acque destinate al consumo umano DPR 236/88	Balneazione DPR 470/82	Acque superficiali da potabilizzare D. Lgs. 152/99 **
Coliformi totali	5*	2.000	50 - 5.000 - 50.000
Coliformi fecali	0	100	20 - 2.000 - 20.000
Streptococchi fecali	0	100	20 - 1.000 - 10.000

^{*} fino a 5 per non più di due campioni successivi dello stesso punto.

fimbrie e capsula.

Enterococchi

Gli enterococchi costituiscono un sottogruppo degli streptococchi, un termine funzionale usato per indicare gli streptococchi normalmente presenti nel tratto intestinale degli uomini e degli animali. Sherman (1937) fece il primo tentativo di classificazione degli streptococchi, riconoscendone quattro gruppi, fra essi gli enterococchi, caratterizzati dalla capacità di sopravvivere per almeno 30 minuti a 60 °C e di crescere ad un pH di 9,6 in presenza di cloruro di sodio al 6,5%.

La tassonomia degli streptococchi ha subito enormi variazioni, fino a che si è giunti a suddividerli in tre generi distinti: Lactococcus, Streptococcus (comprendente gli streptococchi in senso stretto) ed Enterococcus (comprendente diverse specie, tra le quali quelle in precedenza denominate S. faecalis, S. faecium, S. gallinarum e S. avium). Gli enterococchi sono batteri Grampositivi, ovoidali, non sporigeni, singoli, accoppiati o in catene corte (HARDIE e WHILEY, 1997); alcune specie sono mobili. Sono chemioautotrofi, anaerobi facoltativi ed hanno richieste nutrizionali complesse, possedendo un metabolismo di tipo fermentativo, con l'acido lattico come principale prodotto della fermentazione del glucosio. La parete cellulare contiene un peptidoglicano del tipo lisina-asparagina. La maggior parte delle specie è caratterizzata dall'antigene del gruppo D di Lancefield, con l'eccezione di E. cecorum, E. columbae ed E. dispar.

Col trasferimento di Streptococcus faecalis e Streptococcus faecium nel nuovo genere Enterococcus, il numero totale di specie incluse in quest'ultimo è salito a 17. La posizione tassonomica di E. flavescens è incerta, data la stretta parentela con E. casseliflavus (DE-

^{**} sono previsti 3 valori limite per i Coliformi fecali e totali in relazione a tre diversi livelli di trattamento delle acque destinate alla potabilizzazione.

Tab. III. Gruppi di Enterococchi classificati mediante analisi comparative di sequenze di rRNA16S. (Williams et al., 1991)

Gruppo di faecium	Gruppo di <i>avium</i>	Gruppo di <i>gallinarum</i>	Gruppo di <i>cecorum</i>	Altre specie distinte
E. faecium E. mundtii E. durans E. hirae	E. avium E. malodoratus E. raffinosus E. pseudoavium	E. gallinarum E. casseliflavus	E. cecorum E. columbae	E. faecalis E. dispar E. sulfureus E. saccharolyticus

VRIESE e Pot, 1995). Analisi comparative delle sequenze di rRNA 16S hanno rivelato che la maggior parte delle specie di *Enterococcus* ricade in uno dei quattro gruppi di specie riportati nella tabella III (WILLIAMS et al., 1991). Le quattro specie che rimangono slegate dai gruppi sono *E. faecalis*, *E. sulfureus*, *E. saccharolyticus* e *E. dispar* (MORRISON et al., 1997).

ECOLOGIA

Escherichia coli

La specie proviene dai reflui umani o animali riversati direttamente nei fiumi, nei laghi o nelle falde acquifere, o veicolati dalle acque di dilavamento del territorio in occasione delle piogge (MULLER et al., 2001; Parveen et al., 2001). Vive nell'ambiente intestinale dell'uomo e degli animali; è sensibile a molti disinfettanti chimici e fisici. L'Organizzazione Mondiale della Sanità già da tempo considera E. coli un indicatore primario di inquinamento fecale, a causa della sua maggiore stabilità nell'ambiente acquatico rispetto ai coliformi fecali –che risentono maggiormente delle variazioni stagionali– e della sua minore sensibilità alle procedure di disinfezione.

Enterococchi

Gli enterococchi si trovano, tipicamente, nel tratto intestinale e nelle feci degli uomini e di altri animali (Murray, 1990), ma possono colonizzare altri siti, come il tratto iniziale del sistema gastrointestinale o le vie genitali; alcune specie sono state isolate anche nel suolo, nei cibi, nell'acqua e nelle piante, ed è proprio la loro capacità di sopravvivere e crescere in un'ampia gamma di condizioni ambientali che spiega la loro distribuzione pressoché ubiquitaria.

Soddisfano la maggior parte dei criteri necessari per candidare un organismo nella lista degli indicatori: ecologia e sopravvivenza simili a quella dei patogeni, presenza consistente ed esclusiva nelle feci, incapacità a moltiplicarsi nell'ambiente, disponibilità di metodi d'identificazione semplici e riproducibili, abbondanza uguale o superiore a quella del patogeno di

interesse.

Studi su animali hanno dimostrato che la colonizzazione è influenzata da fattori specifici dell'ospite: *E. faecalis* predomina nei maiali, cani, gatti, cavalli e roditori, mentre nelle pecore predomina *E. faecium*. Alcuni enterococchi, specie quelli pigmentati, sono spesso associati alle piante ed è stata suggerita l'esistenza di una relazione epifitica; altri sono stati isolati dal tratto digestivo e sulla cuticola degli insetti, ma si ipotizza una contaminazione secondaria (GODFREE *et al.* 1997) (Tab. IV).

Vi è, poi, un generale accordo sul fatto che gli enterococchi non siano originari del suolo o delle acque, ma rappresentino una contaminazione da fonti animali o vegetali. Essi, infatti, sono in grado di sopravvivere per lungo tempo su oggetti inanimati e alla luce diretta del sole e si pensa che -rispetto al gruppo dei coliformi-siano migliori indicatori della contaminazione fecale delle acque usate a scopo ricreativo. Anche se diverse ricerche hanno collegato gli enterococchi ad incidenti di avvelenamento da cibo, questa associazione non è stata ancora provata (Godfree et al., 1997).

Tab. IV. Specie di Enterococchi associati al tratto intestinale di uomini e/o animali.

Specie	Origine intestinale
E. faecium	Uomini, bovini, maiali, uccelli
E.fae calis	Uomini, bovini, maiali, uccelli
E. durans	Uomini, maiali, uccelli
E. hirae	Uomini, maiali, uccelli
E. avium	Uomini, bovini, maiali, uccelli
E.gallinarum	Uomini, uccelli
E. cecorum	bovini, maiali, uccelli
$E.\ columbae$	bovini, maiali, uccelli

PATOGENESI

Escherichia coli

Come parte essenziale della flora batterica intestinale, questo organismo gioca un ruolo fondamentale nella digestione per la produzione di vitamina K nell'intestino.

Pur essendo un abitante abituale del tratto intestinale dell'uomo e degli animali a sangue caldo qualche ceppo può causare disturbi nell'uomo. Gli *E. coli* patogeni sono stati spesso considerati responsabili di infezioni alimentari (soltanto a partire dagli anni '50), ma sono state anche riferite gravi epidemie propagate da acque inquinate, sia potabili che usate a scopo ricreativo. Alcuni E. coli patogeni sono caratterizzati da una bassa dose infettiva; la maggior parte dei ceppi patogeni produce endotossine. Oltre ad essere il responsabile principale delle infezioni del tratto urinario, questo batterio è stato messo in relazione a molte infezioni in varie parti dell'organismo, tra cui polmoniti e meningiti.

Gli *E. coli* patogeni sono classificati in 5 gruppi.

- 1. Enterotossinogeni (ETEC): aderiscono tramite specifiche fimbrie alla mucosa intestinale e producono due tipi di tossine: una termolabile (LT), simile a quella del colera, e l'altra termostabile (ST). Determinano ipersecrezioni di elettroliti nell'intestino causando diarrea, vomito e febbre per circa 24-48 h, dopo un'incubazione che va dalle 8 alle 44 ore. Apparentemente le cellule infettate non subiscono variazioni, a parte qualche piccola infiammazione.
- 2. Enteroemorragici (EHEC): causano la distruzione dei microvilli della mucosa intestinale e l'infiammazione delle cellule, tramite la produzione di due tipi di enterotossine, una simile alla tossina delle specie di Shigella (SLT) e una yerotossina (YT). Comprende vari sierotipi, fra cui l'O111:H e l'O157:H11; quest'ultimo sta diventando una delle cause emergenti di intossicazioni alimentari e da balneazione (Muller et al., 2001).
- 3. Enteroinvasivi (EIEC). I ceppi appartenenti al gruppo EIEC possie-

dono numerose caratteristiche biochimiche, antigeniche e genetiche in comune con le shigelle, con le quali vengono spesso confusi al momento della identificazione batteriologica.

I microrganismi EIEC provocano una malattia dissenterica indistinguibile da quella causata dalle shigelle, dovuta ad invasione delle cellule epiteliali del colon e successiva moltiplicazione intracellulare dei microrganismi, con produzione di fenomeni infiammatori ed ulcere mucose. I fattori di invasività sono mediati da plasmidi (Levine, 1987). La malattia è rara e si manifesta sporadicamente in tutto il mondo, con una più elevata frequenza in Brasile ed in Europa orientale.

La diagnosi presenta notevoli difficoltà per la somiglianza dei microrganismi con le shigelle e dovrebbe essere affidata a laboratori particolarmente attrezzati. L'identificazione si basa sulla sierotipizzazione e sulla determinazione, mediante tecnica ELISA, della presenza di alcune proteine di membrana associate con l'invasività. Sono stati inoltre recentemente preparati *probe* di DNA che permettono il riconoscimento dei geni codificanti fattori di invasività.

- 4. Enteropatogeni (EPEC): responsabili della cosiddetta diarrea del viaggiatore, non producono tossine, ma aderiscono alla mucosa intestinale causando infiammazioni e la distruzione dei microvilli della mucosa intestinale. Questo tipo di infezione può essere anche fatale per i neonati e per i bambini piccoli, mentre gli adulti in genere sviluppano immunità.
- 5. Enteroaderenti-aggregativi (EA-AggEC): si tratta di un ultimo gruppo riconosciuto di recente, così chiamato per la sua capacità di aderire alle colture di cellule di mammifero. Comprende batteri simili agli ETEC: producono enterotossine si-

mili alle emolisine e causano diarrea, specie nei bambini.

Gli E. coli patogeni possono essere raggruppati sulla base della sierologia, ma una identificazione definitiva richiede la determinazione delle proprietà caratteristiche di virulenza associate ad ogni gruppo, ad esempio la produzione di numerose e potenti citotossine, di emolisine, di enterotossine stabili e instabili.

Enterococchi

Le patologie più comuni dovute agli enterococchi sono le infezioni delle vie urinarie (FELMINGHAM et al., 1992). Gli enterococchi, in special modo E. faecalis, sono responsabili di una notevole percentuale di endocarditi batteriche (MEGRAN, 1992), specie in individui immunocompromessi sottoposti a terapia antibiotica; di solito, l'infezione parte proprio dalle vie urinarie. Essi causano anche, in alcune occasioni, infezioni del tratto respiratorio e del sistema nervoso centrale dei neonati (MURRAY, 1990).

La notevole abilità nello scambiare elementi extracromosomici che codificano geni per la virulenza o per la resistenza agli antibiotici, tramite vari meccanismi genetici (CLEWELL, 1990), sta inducendo un continuo aumento dei ceppi antibioticoresistenti e, quindi, difficoltà terapeutiche.

IMPORTANZA COME INDICATO-RI DI QUALITÀ DELLE ACQUE

Nella guida Ambient Water Quality Criteria for Bacteria (US-EPA, 1986) i criteri di qualità raccomandavano che la media geometrica della densità batterica non superasse determinati valori e fornivano ragioni scientifiche per sviluppare standard di qualità tali da mantenere la sicurezza delle acque usate a scopo ricreativo. I dati for-

niti dall'US-EPA provenivano da una serie di ricerche condotte dalla stessa Agenzia per esaminare la relazione tra i disturbi associati alla balneazione e la qualità microbiologica delle acque (CABELLI et al., 1982; CABELLI, 1983; DUFOUR, 1984).

Con questi studi si dimostrò che i coliformi fecali, gli indicatori originariamente consigliati dalla Federal Water Pollution Control Administration of the Department of the Interior, mostravano una correlazione con le gastroenteriti associate alle attività balneari inferiore a quella di alcuni altri organismi. Due di questi in particolare, E. coli ed enterococchi, mostravano una forte correlazione, il primo per le acque dolci e i secondi per quelle marine. La migliore correlazione osservata potrebbe essere il risultato della loro capacità di sopravvivenza simile a quella dei patogeni.

Le buone qualità indicatrici degli enterococchi sono legate alle loro caratteristiche: non si moltiplicano nell'ambiente ed hanno una resistenza agli agenti disinfettanti chimici (circa due volte quella di *E. coli*) e ai raggi UV. Anche se sono presenti nelle acque di scarico, grezze e trattate, a livelli inferiori di *E. coli*, il numero di streptococchi fecali (1·10⁴ ml⁻¹ e 2·10² ml⁻¹ rispettivamente nelle acque grezze e in quelle trattate) supera di gran lunga quello dei patogeni, sia virali che batterici.

Acque dolci

I batteri fecali possono contaminare le acque naturali a partire da una varietà di fonti. Le acque reflue trattate contengono tipicamente 200 ml⁻¹ streptococchi fecali, anche se ci sono variazioni considerevoli nelle stagioni e nei vari Paesi. Altre fonti includono alcune attività agricole e gli scarichi urbani.

Un approccio utilizzato per stabilire l'origine umana o anima-

le dell'inquinamento è quello delle relazioni fra la densità dei vari indicatori, principalmente tra coliformi fecali (CF) e streptococchi fecali (SF). In particulare Geldreich (1976) ha condotto degli studi sul rapporto tra CF ed SF in vari fiumi. Le acque di scarico non trattate possedevano rapporti CF/SF pari o superiore a quattro, mentre nelle acque piovane il rapporto era 0,7 o minore. Tuttavia, non sempre si ottenevano i rapporti attesi. Questo si può spiegare con differenze nei tassi di sopravvivenza delle varie specie di streptococchi fecali, ulteriormente accentuate dalla disinfezione dello scarico prima dell'immissione nelle acque riceventi. Inoltre, il rapporto è falsato dalla percentuale di "falsi positivi", a sua volta influenzata sia dal terreno colturale scelto, sia dal tipo di acque (marine o dolci). Per questo motivo il rapporto CF/SF non viene più consigliato come metodo per differenziare tra fonti di inquinamento (Dionisio e Borrego, 1995).

Acque marine

Gli indicatori batterici di contaminazione fecale rivestono particolare interesse per le acque di balneazione e per la contaminazione dei prodotti della pesca e dell'allevamento. La composizione della flora batterica in tali aree è governata 1) dalla natura della sorgente degli indicatori e 2) dalla diminuzione differenziale della concentrazione degli indicatori in situ.

La principale fonte di batteri indicatori sono i liquami fognari grezzi o sottoposti a vari gradi di trattamento, da quello preliminare (grigliatura e macerazione) al primario (con fase di sedimentazione), secondario (ossidazione biologica) e terziario (disinfezione finale, spesso con luce UV).

Altre fonti significative sono gli effluenti delle aree agricole che

arrivano alle zone costiere come carichi episodici durante eventi di piena. In queste condizioni, le acque di ruscellamento che giungono al mare vedono aumentare la propria concentrazione di 2-4 ordini di grandezza, mentre il volume di acqua scaricata aumenta solo di 1-2 ordini. Questi picchi di concentrazione, essendo transitori, spesso non vengono rilevati dal monitoraggio di routine (effettuato abitualmente in condizioni meteorologiche normali).

Quando il trattamento è minimo e non riduce in modo significativo la concentrazione batterica, in genere, le acque reflue delle aree residenziali costituiscono la fonte principale di enterococchi e, in generale, di streptococchi fecali. In periodi di piene fluviali, però, la fonte principale di enterococchi sono gli scarichi degli allevamenti zootecnici che, rispetto ai reflui urbani, producono una quantità iniziale maggiore di streptococchi fecali.

Sebbene Hanes e Fragala (1967) abbiano suggerito che gli enterococchi muoiono più rapidamente in acque marine che in quelle dolci, oggi è universalmente riconosciuto che nelle acque marine la concentrazione degli enterococchi si riduce più lentamente di quella dei coliformi fecali (Wyer et al., 1994).

I pochi dati disponibili relativi al tempo di riduzione (tempo richiesto per la morte del 90% della popolazione) di $E.\ coli$ ed enterococchi sono riportati nella tabella V (Bartram e Rees, 2000).

STANDARD DI QUALITÀ PER LE ACQUE USATE A SCOPO RICREATIVO

Ricerche epidemiologiche svolte sia in Nord-America che in Europa, hanno evidenziato un'associa-

Tab. V. Tempo di riduzione di *E. coli* e degli enterococchi in acque dolci e marine (Bartram and Rees, 2000).

Indicatore	Tempo di riduzione (giorni) ¹		Referenze
	Acque dolci	Acque marine	
E. coli	3.9 2	0.8^{2}	BITTON <i>et al.</i> , 1983
	6.3		McFeters and Stuart, 1974
	2.7		Keswick et al, 1982
	3.1	8.0	HANES and FRAGALA, 1967
	4.6	0.7	Omura <i>et al.</i> , 1982
Enterococchi	4.4^{2}	2.5^2	
	34.7		BITTON <i>et al.</i> , 1983
	4.2		McFeters and Stuart, 1974
	4.5		Keswick et al, 1982
	3.0	2.4	Hanes and Fragala, 1967
		2.6	Omura <i>et al.</i> , 1982

¹ tempo richiesto per la riduzione del 90% della popolazione.

zione tra i sintomi gastrointestinali associati all'immersione e al nuoto nei bagnanti e la concentrazione di batteri indicatori, sia in acque dolci che marine. È stata anche riscontrata una plausibilità biologica e un'analogia con alcuni casi clinici. È risultata evidente una relazione causale tra l'aumento dell'esposizione alla contaminazione fecale e la frequenza delle gastroenteriti. Nessun autore suggerisce che gli enterococchi siano i patogeni implicati nelle infezioni, ma piuttosto li elencano fra i migliori indicatori batterici associati alle gastroenteriti di probabile eziologia virale.

Gli studi hanno riportato una forte e consistente associazione di tempi e relazioni di tipo dose-risposta, tra la probabilità di contrarre gastroenteriti e la concentrazione di streptococchi fecali nelle acque di balneazione. Si può, inoltre, quantificare l'importanza di altri fattori di rischio non collegati alle acque (NWR non-water-related risk), come l'alimentazione. Questi risultati sono di solito applicati 1) alla creazione di standard di qualità volti a contenere il rischio entro livelli appropriati e 2) alla valuta-

zione del "guadagno in salute" attribuibile al miglioramento della qualità delle acque conseguente alla messa in atto di trattamenti per le acque di scarico presso le zone costiere (GODFREE et al., 1997).

I due studi più importanti per definire gli standard per le acque ad uso ricreativo sono stati condotti dalla US-EPA (1986) che ha anche proposto valori guida per la qualità delle acque, basati sulla densità degli enterococchi. Il valore guida è la concentrazione di un componente che non comporta un rischio sanitario significativo per la maggior parte degli "utenti", se non particolarmente sensibili. Il suo superamento è un segnale che deve indurre alla ricerca delle cause, per decidere se bisogna prendere misure precauzionali volte a ridurre l'esposizione al pericolo, anche nel futuro.

Per la maggior parte dei parametri non esiste un vero e proprio valore soglia al di sotto del quale si escludono effetti sulla salute, per cui la derivazione dei valori guida e la loro conversione in standard include alcune valutazioni a proposito della frequenza e della natura degli effetti sulla salute. In questa valutazione entrano in gioco anche fattori ambientali, sociali ed economici.

Non c'è quindi una formula di gestione del rischio universalmente accettabile. I valori guida dovrebbero essere modificati alla luce di fattori regionali o locali, fra cui la natura e la serietà delle malattie locali endemiche, il comportamento della popolazione, le modalità di esposizione e fattori sociali, economici, ambientali.

L'approccio adottato nella maggior parte dei lavori mira a definire una serie di valori associati ad un dato aumento della frequenza e della varietà di disturbi. Le informazioni che contribuiscono alla definizione dei valori guida derivano anche dai "valori soglia" pubblicati negli studi epidemiologici sulle gastroenteriti ed altre malattie.

CRITERI DI BALNEAZIONE SECONDO L'US-EPA (1998)

Acque dolci

Basandosi su un numero statisticamente sufficiente di campioni (in genere non meno di 5, distanziati ugualmente per un periodo di 30 giorni) la media geometrica della densità batterica indicata non dovrebbe superare 126 *E. coli/* 100 mL o 33 enterococchi/100 mL.

Acque marine

Basandosi su di un numero statisticamente sufficiente di campioni (in genere non meno di 5, distanziati ugualmente per un periodo di 30 giorni) la media geometrica della densità batterica degli enterococchi non dovrebbe superare 35 UFC per 100 mL (US-EPA, 1986).

Questi standard sono basati su specifici livelli di rischio di disturbi gastrointestinali acuti. I livelli di rischio correlati utilizzati

² valori medi

Tab. VI. Sommario delle ricerche condotte dal 1984

Autore/i	Anno	Località	Acque	Microorganismi	Risultati rilevanti
FATTAL	1987	Israele	marine	Coliformi fecali Enterococchi <i>E. coli</i>	• Gli enterococchi erano gli indicatori migliori per prevedere i sintomi di disturbi enterici
CHEUNG et al.	1990	Hong Kong	marine	Coliformi fecali Enterococchi E. coli Klebsiella spp. Streptococchi fecali Stafilococchi Pseudomonas aeruginosa Candida albicans Funghi totali	• La migliore correlazione tra la densità dell'indicatore microbico e gli effetti associati alla balneazione era fra <i>E. coli</i> e disturbi gastrointestinali
Balarajan et al.	1991	Regno Unito	marine	Sconosciuti	• Il rischio di malattia aumenta con il grado di esposizione. Se il livello di rischio della popolazione non esposta è 1, questo aumenta ad 1,25 per i bagnanti, ad 1,31 per i nuotatori e ad 1,81 per i surfisti o i tuffatori.
Von Schirnding et al	1992	Sud Africa (Costa Atlantica)	marine	Enterococchi Coliformi fecali Colifagi Stafilococchi Batteriofagi	• L'incertezza nell'origine della contaminazione fecale potrebbe spiegare la mancanza di differenze statistiche significative tra nuotatori e non.
Corbett et al.	1993	Sydney, Australia	marine	Coliformi fecali Streptococchi fecali	 I sintomi gastrointestinali nei nuotatori non aumentavano con l'aumento della concentrazione di batteri fecali. Gli streptococchi fecali erano peggiori indicatori di disturbi gastroenterici rispetto ai coliformi fecali.
Kay et al.; Kay	1994	Regno Unito	marine	Coliformi totali Coliformi fecali Streptococchi fecali Pseudomonas aeruginosa Stafilococchi totali	·Solo gli streptococchi fecali si potevano associare all'aumento del rischio di gastroenteriti. ·Il rischio di gastroenteriti non aumentava fino a che i bagnanti venivano esposti a circa 40 streptococchi/100ml
KUEH et al.	1995	Hong Kong	marine	E. coli Coliformi fecali Stafilococchi Aeromonas spp. Clostridium perfrigens Vibrio cholerae Vibrio parahemolitycus Salmonella spp. Shigella spp.	 Sono stati anche analizzati campioni di feci per la ricerca di rotavirus, Salmonella spp, Shigella spp, Vibrio spp e Aeromonas spp; tamponi esofagei per i virus dell'influenza A e B; per i virus parainfluenzali di tipo 1, 2 e 3; infine per i virus respiratori sinciziali e per gli adenovirus Non si è trovata una relazione tra E. coli e i disturbi associati alla balneazione [probabilmente il fatto è dovuto al basso numero di spiagge campionate] Gli enterococchi risultavano più strettamente associati al rischio di malattia nei gruppi esposti.
Mc Bride et al.	1998	Nuova Zelanda	marine	Coliformi fecali E. coli Enterococchi	• La differenza di rschio tra nuotatori e non nuotatori aumentava in modo significativo se i nuotatori rimanevano in acqua per più di 30 min.
Haile et al.	1996	California	marine	Coliformi fecali Coliformi totali <i>E. coli</i> Enterococchi	• I risultati per gli enterococchi indicavano un'associazione positiva con febbre, eruzioni cutanee, nausea, diarrea, dolori di stomaco, tosse, raffreddore e disturbi gastrointestinali • L'associazione dei sintomi sia con E. coli che con i coliformi fecali era molto debole. • Il rapporto tra coliformi totali e fecali risultò molto predittivo. Usando un rapporto di 5 come livello soglia, la diarrea e gli altri sintomi erano associati con un rapporto più basso indipendentemente dal livello assoluto di coliformi fecali.
Seyfried et al.	1985	Canada	dolci	Coliformi fecali Streptococchi fecali Pseudomonas aeruginosa Stafilococchi totali Batteri eterotrofici	 Si è osservato un basso grado di correlazione tra gli streptococchi fecali e i disturbi gastrointestinali Migliore correlazione tra tali disturbi e densità di stafilococchi
FERLEY et al.	1989	Francia	dolci	Coliformi fecali Streptococchi fecali Pseudomonas aeruginosa	 In questo studio la definizione di streptococchi fecali in realtà corrispondeva a quella di enterococchi della US-EPA Buona correlazione tra i disturbi e le concentrazioni di coliformi e streptococchi fecali La relazione più buona si è osservata con la densità degli streptococchi fecali.

dalla US-EPA sono di non più di 8 insorgenze di malattia su 1000 bagnanti per le acque dolci e di non più di 19 su 1000 per le marine. I tassi di malattia scelti sono quelli più bassi stimati per le zone che prima applicavano il criterio di conta dei CF.

Per essere certi che i criteri assicurino davvero la protezione della salute, l'US-EPA raccomanda un monitoraggio frequente delle località di balneazione conosciute, per stabilire un database completo sul quale determinare se un corpo idrico stia raggiungendo gli standard stabiliti; raccomanda inoltre di condurre indagini sanitarie (esistenza di scarichi provenienti ad esempio da perdite di fosse settiche o da condotte danneggiate) qualora vengano misurate concentrazioni troppo alte di batteri rispetto ai livelli normali. Nonostante gli studi della US-EPA abbiano dimostrato la migliore correlazione tra i disturbi associati alla balneazione e la concentrazione di E. coli ed enterococchi, molti Stati continuano ad utilizzare i coliformi fecali o totali.

GLI STUDI EPIDEMIOLOGICI

Le indagini dell'US-EPA, volte alla ricerca di una correlazione tra l'insorgenza di malattie nei bagnanti e la qualità delle acque, sono state condotte richiedendo alle persone, mentre lasciavano le spiagge, la loro volontaria partecipazione agli studi epidemiologici sulle località di balneazione. Dopo 7-10 giorni i volontari erano contattati telefonicamente per determinare il loro stato di salute. La stessa domanda veniva posta ai volontari che servivano da "controllo", di solito membri della stessa famiglia. La qualità delle acque veniva misurata nello stesso giorno della "nuotata", utilizzando numerosi indicatori, perché non si sapeva ancora quale sarebbe stato quello meglio correlato ai disturbi del nuotatore. I parametri associati al disturbo venivano ottenuti sottraendo il numero di malati non nuotatori dal numero dei malati nuotatori, utilizzando dati provenienti da esperimenti stagionali.

Oltre al riesame dello studio

Tab. VII. Metodi analitici US-EPA per la determinazione di E. coli.

Metodo	Tecnica	Note
1	Metodo delle membrane filtranti. L'agar mTEC è incubato a 35,0 \pm 0,5 °C per 2 ore, per riattivare i batteri stressati o danneggiati, e poi a 44,5 \pm 0,2 °C per 22 ore. La membrana è trasferita su un tampone imbevuto di un substrato di urea. Dopo 15-20 minuti le colonie gialle, giallo-verdi o giallo-marroni sull'mTEC vengono confermate col test dell'urea con l'aiuto di una lampada a fluorescenza e di una lente d'ingrandimeto (2-5x) o di uno stereoscopio.	le su agar mTEC è stato introdotto dall'US-EPA nel
2	Metodo delle membrane filtranti. Si utilizza un solo terreno, l'mTEC modificato, e non c'è il trasferimento delle membrane filtranti su un altro terreno o substrato, ma il solo conteggio finale delle colonie rosse. Il terreno modificato, infatti, contiene un cromogeno (5-bromo-6-cloro-3-indolil-β-D-glucuronide) che viene catabolizzato in acido glucuronico e un composto rosso o magenta dall'enzima β-D-glucuronidasi prodotto da $\it E. coli.$	cato da US-EPA

Tab. VIII. Metodi analitici US-EPA per la determinazione degli enterococchi.

Meto	odo Tecnica	Note	
1	Metodo delle membrane filtranti. Si utilizzano due terreni di coltura: l'mE agar e l'Esculin Iron Agar (EIA). L'mE agar per 48 h a 41± 0,5 °C e, come prova di conferma, il trasferimento della membrana su EIA e l'incubazione a 41± 0,5 °C per 20-30 minuti. Con l'ausilio di una lampada fluorescente e di una lente di ingrandimento (2-5x) o di uno stereoscopio, vengono contate le colonie rosa o rosse su mE agar che, poste su EIA, sviluppano un alone nero o marrone rossiccio sulla parte inferiore della membrana filtrante.	Metodo US-EPA 1986. Utiliz zo di due terreni di coltura.	
2	Metodo delle membrane filtranti. La membrana filtrante contenente i batteri viene posta su mEI agar e incubata per 24 h a 41 ± 0.5 °C. Tutte le colonie con un alone blu, indipendentemente dal colore della colonia, sono considerate enterococchi. Lo stereoscopio fornisce la massima visibilità nel conteggio delle colonie.	Metodo US-EPA 1997. Utiliz za un solo terreno di coltura migliora la qualità delle ana lisi e la abbrevia da 48 a 24 h utilizza un mE agar modifica to variando la concentrazione di trifeniltetrazolium chloride e aggiungendo un cromogeno l'indoxyl-β-D-glucoside.	

dell'86, la US-EPA (2000a, b) ha anche riesaminato la letteratura sugli studi epidemiologici sulla relazione tra la qualità delle acque e i disturbi associati alla balneazione condotti da altri studiosi. La maggior parte degli studi utilizzava un programma di ricerca simile a quello degli studi US-EPA condotti negli anni dal 1970 al 1980. Un recente articolo di PRUSS (1998) ha puntualizzato che sono stati condotti nove studi distinti sulle acque marine e almeno due sulle acque dolci da quando l'EPA ha completato i suoi studi nel 1984. I risultati di questi studi sono sintetizzati nella tabella VI.

Nessuno degli studi riesaminati dall'US-EPA presenta prove che rendano necessaria una revisione dei criteri microbiologici di qualità stabiliti nel 1986.

Solo un numero limitato di studi ha cercato di dimostrare una relazione dose-risposta tra la qualità delle acque e i disturbi gastrointestinali.

Si è dimostrato che la presenza e la densità di alcuni organismi sono indicatori di previsione d'insorgenza di malattie migliori di altri. Negli studi US-EPA questi erano *E. coli* e gli enterococchi. Alcuni studi hanno evidenziato che anche altri microrganismi, come gli stafilococchi (Seyfred et al., 1985), Clostridium perfrigens e Aeromonas spp. (Kueh et al., 1995) mostravano una forte relazione con i disturbi gastrointestinali.

METODI DI ISOLAMENTO E DI CONTEGGIO US-EPA

Escherichia coli

Gli *E. coli* patogeni sono fenotipicamente differenti tra loro; perciò non sono stati ancora sviluppati metodi microbiologici standard per questi ceppi (APHA, AWWA,

Tab. IX. Metodi analitici IRSA-CNR per la determinazione degli E. coli.

Metodo	Tecnica	Note
A	Il campione diluito è inoculato in 96 pozzetti da 350 mL contenenti il terreno di coltura disidratato. Dopo 36-72 ore di incubazione a $44\pm0.5~^{\circ}\mathrm{C}$ si procede alla lettura sotto lampada a ultravioletti (366 nm). E. coli, idrolizzando il 4-metilumbelliferil- β -D-glucuronide (MUG), produce fluorescenza blu nei pozzetti. I risultati sono espressi come numero più probabile o Most Probable Number (MPN) per 100 mL di campione.	Corrisponde alla Norma ISO 9308-3: 1998. Applicabile all'analisi di tutti i tipi di acque superficiali e reflue; particolarmente adatto all'esame di quelle ricche di materiale in sospensione.
В	Disponibile come kit commerciale per l'inoculo del campione, utilizzabile in tubi e piastre multi-pozzetto, monouso (tecnica MPN). Dopo 18 o 24 ore di incubazione a $36\pm1^{\circ}\mathrm{C}$ si procede alla lettura dei risultati sotto lampada a ultravioletti ($366~\mathrm{nm}$) esprimendo i risultati come MPN/100 mL.	Riportato negli Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, col nome di Enzyme Substrate Test. Approvato dall'US-EPA, col nome di MMO-MUG test (Colilert). Inserito dall'AOAC in Official Methods of Analysis, col nome di Defined Substrate Technology (Colilert). Applicabile all'analisi di acque poco e mediamente contaminate, anche oligotrofe, clorate o comunque contenenti E. coli danneggiati.
C	Metodo delle membrane filtranti. Il composto 4-metilumbelliferil- β -D-glucuronide (MUG), incorporato nel terreno, viene idrolizzato dalla β -glucuronidasi di E . $coli$, rilasciando il composto 4-metilumbelliferone che produce quindi colonie di colore blu-verde, fluorescenti alla luce ultravioletta(366 nm) dopo18-24 ore di incubazione a $44\pm0.5^{\circ}$ C. I risultati sono espressi come Unità Formanti Colonia per 100 mL di campione (UFC/100ml).	In presenza di elevate concentrazioni di <i>E. coli</i> nel campione, la lettura dei risultati può rivelarsi complicata dalla diffusione e confluenza della fluorescenza prodotta dalle colonie tipiche: il metodo risulta più idoneo all'analisi di acque trattate e comunque poco contaminate.
D	Metodo delle membrane filtranti. Il composto cromogeno 5-Br-4-Cl-3-indolil-β-D-glucuronide (X-Gluc), incorporato nel terreno, viene idrolizzato dalla β-glucuronidasi di $E.\ coli$ che produce quindi colonie di colore blu-verde dopo 18-24 ore a 44 ± 0,5 °C.	I risultati sono espressi in UFC/100ml. Il metodo risulta adatto al- l'analisi di acque reflue.
E	Metodo delle membrane filtranti. Il composto cromogeno 5-Br-4-Cl-3-indolil-β-D-glucuronide (X-Gluc), incorporato nel terreno, viene idrolizzato dalla β-glucuronidasi di <i>E. coli</i> che produce quindi colonie di colore grigio-blu dopo 18-24 ore a 36 ± 1 °C. I risultati sono espressi in UFC/100ml.	Il metodo risulta idoneo al- l'analisi di acque trattate e comunque contenenti <i>E. coli</i> danneggiati.
F	Metodo delle membrane filtranti. Il cromogeno 5-Br-4-Cl-3-indolil-β-D-glucuronide (X-Gluc), incorporato nel terreno, viene idrolizzato dalla β-glucuronidasi di <i>E. coli</i> , che produce quindi colonie di colore blu-verde dopo 18-24 ore a 44 ± 0,5 °C. Risultati espressi in UFC/100ml.	Il metodo è stato prodotto su indicazione del Public Health Laboratory Service (PHLS). Il metodo risulta particolarmen- te idoneo all'analisi di acque superficiali dolci o marine.

WPCF, 1998). Diversamente dagli *E. coli* tipici, alcuni ceppi patogeni, come gli EIEC non fermentano il lattosio, quindi il metodo di fermentazione del lattosio non è applicabile. Inoltre, molte procedure di verifica utilizzano temperature elevate di incubazione, che inibiscono la crescita degli EHEC, oltreché danneggiare i plasmidi, che codificano la maggior parte dei fattori di virulenza.

Solo i ceppi patogeni che fermentano il lattosio e che non sono danneggiati dalle alte temperature possono essere individuati con il metodo classico delle membrane filtranti, seguito dalla sierotipizzazione e dall'analisi della virulenza. Nella tabella VII sono riassunti i metodi per la determinazione di *E. coli.*

Enterococchi

Vengono descritti nella tabella VIII due metodi di isolamento e di conta degli enterococchi, entrambi basati sulla filtrazione su membrana (MF): quello originale (USEPA, 1986) e quello più recente (USEPA, 1997), entrambi raccomandati per isolare i batteri provenienti dalle acque usate a scopo ricreativo e non per altre, come quelle potabili.

METODI IRSA-CNR

Escherichia coli

I metodi descritti consentono

lago e per acque reflue

anche sottoposte a tratta-

mento.

Tab. X. Metodi analitici IRSA-CNR per la determinazione degli enterococchi.

Metodo Tecnica Note Metodo del numero più probabile o dei tubi Il risultato può essere ri-A multipli (MPN). Con una prova presuntiva e cavato, in base alle diveruna prova di conferma, viene calcolata la se combinazioni, dall'apdensità degli streptococchi fecali in campioposita tabella già predini di acqua tramite una stima statistica desposta. terminata sulla base della combinazione di tubi positivi e negativi ottenuti inoculando aliquote diverse del campione in terreno colturale liquido a base di azide e destrosio per la prova presuntiva e di violetto di etile e azide destrosio per la prova di conferma. В Metodo del numero più probabile (MPN) in micropiastre da 96 pozzetti. Dalla miscela di quattro soluzioni (MUD/SF medium, soluzione all'acido nalidixico, TTC, MUD) si procede, dopo sterilizzazione per filtrazione, alla distribuzione in aliquote di 100mL in ciascuno dei 96 pozzetti e a successiva disidratazione. Il campione diluito viene versato in aliquote di 200 mL nei rispettivi pozzetti. Le piastre vengono infine incubate a 44 \pm 0,5 °C per almeno 36 ore. C Metodo delle membrane filtranti (MF). Esi-La procedura analitica stono in commercio diversi substrati usati viene utilizzata per acque per l'isolamento degli streptococchi fecali superficiali, di fiume, di

che garantiscono buoni risultati in fase ana-

litica, anche se non esiste un unico substrato

in grado di far crescere tutte le specie pre-

senti.

di valutare, in un determinato volume di acqua, la concentrazione di *E. coli* mediante il calcolo statistico del Most Probable Number (MPN, numero più probabile) o con procedure di conta diretta.

Nella tabella IX sono proposti diversi metodi per il rilevamento di *Escherichia coli* (Metodi A-F), tutti basati, non più sulla tradizionale reazione della fermentazione del lattosio, bensì sul rilevamento dell'attività enzimatica della β -glucuronidasi, evidenziabile dall'idrolisi di β -glucuronidi cromogeni o fluorogeni, con rilascio di composti colorati o fluorescenti.

Enterococchi

Nelle acque reflue le concentrazioni degli streptococchi fecali per 100 mL di acqua sono comprese generalmente tra 10⁴-10⁶.

Il metodo consente di valutare, in un volume noto di acqua, la concentrazione dei microrganismi appartenenti al gruppo degli streptococchi fecali.

La procedura analitica si basa sul conteggio dei microrganismi presenti in un volume noto del campione di acqua. Nella tabella X sono proposti i metodi per il rilevamento degli enterococchi.

CONCLUSIONI

La validità come indicatori della qualità delle acque di *E. coli* e degli enterococchi è ampiamente dimostrata dai numerosi studi effettuati negli ultimi anni. Si sottolinea, inoltre, l'impiego specifico di enterococchi per le acque marine e di *E. coli* per quelle dolci.

Le metodologie messe a punto e quelle in fase di pubblicazione consentono una buona rilevabilità di questi indicatori; resta intesa la necessità di lavorare in buona pratica ed in controllo di qualità, affinché i risultati ottenuti siano replicabili e confrontabili. La via percorsa per la selezione di questi due indicatori è stata lunga ed è passata anche attraverso studi epidemiologici che consentono di tracciare il rischio per la popolazione.

Il recepimento del decreto legislativo 152/99 e le sue successive integrazioni introducono, al fine di classificare lo stato ambientale di un corso d'acqua, valori limite solo per *E. coli*; per gli enterococchi è prescritto solo l'uso dell'indicatore lasciando aperti quindi i limiti

Bibliografia

- APHA, AWWA, WPCF, 1998. Standard methods for the examination of Water and Waste-water, 20th ed., American Public Health Association, Washington D. C.
- Balarajan R., Soni Raleich V., Yuen P., Wheeler D., Machin D. and Cartwright R., 1991. Health Risks Associated with Bathing in Sea Water. *Brit. Med. J.*, 303: 1444-1445.
- Bartram J. and Rees G., 2000. Monitoring bathing waters. E. & FN Spon London, 337 pp.
- BITTON G., FARRAH S.R., RUSKIN R. H., BUTNER J. And CHOU Y.J., 1983. Survival of pathogenic and indicator organism in groundwater. *Groundwater*, 21: 405-410.
- CABELLI V.J., DUFOUR A.P., McCABE L.J. and LEVIN M.A., 1982. A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis. *Journal of the Wa*ter Pollution Control Federation, 55: 1306-1314.
- CABELLI V.J., 1983. Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters.
 U.S. Environmental Protection Agency. EPA-600/1-80-031: 98.
- Cheung W.H.S., Chang K.C.K. and Hung R.P.S., 1990. Health Effects of Beach Water Pollution in Hong Kong. *Epidemiol. Infect.*, **105**: 139-162.
- CLEWELL D.B., 1990. Movable genetic elements and antibiotic resistance in enterococci. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Disease, 9: 90-102.
- Corbett S.J., Rubin J.L., Curry G.K., and Kleinbaum D.G., 1993. The Health Effects of Swimming at Sydney Beaches. Am. J. Public Health, 83: 1701-1706.

- Devriese L.A. and Pot B., 1995. The genus *Enterococcus*. In: The genera of lactic Acid Bacteria, ed. Wood, B.J.B. and Holzapfel, W.H., 2, 327-367.
- Dionisio L.P.C. e Borreco J.J., 1995. Evaluation of media for the enumeration of faecal streptococci from natural water samples. *Journal of Microbiological Methods*, **23**: 337-351.
- DUFOUR A.P., 1984. Health Effects Criteria for Fresh Recreational Waters. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-600/1-84-004.
- Fattal B., 1987. The association Between Seawater Pollution as Measured by Bacterial Indicators and Morbidity Among Bathers at Mediterranean Bathing Beaches of Israel. *Chemosphere*, **16**: 565-570.
- FELMINGHAM D., WILSON A.P.R., QUINTANNA A.I. and GRUNEBERG R.N., 1992. Enterococcus species in urinary tract infection. Clinical Infectious Disease, 15: 295-300.
- Ferley J.P., Zmirou D., Balducci F., Baleux B., Fera P., Larbaigt G., Jacq E., Moissonnier B., Blineau A. and Boudot J., 1989. Epidemiological Significance of Microbiological Pollution Criteria for River Recreational Waters. *International Journal of Epidemiology*, 18: 198-205.
- FIKSDAL L., TRYLAND I. and NELIS H., 1997.
 Rapid detection of coliform bacteria and influence of non-target bacteria. Wat.Sci.Tech., 35: 415-418.
- Geldreich E.E., 1976. Faecal coliform and faecal streptococci density relationships in waste discharges and receiving waters. CRC Critical Reviews in Environmental Control, 6: 349-369.

- Godfree A.F., Kay D. and Wyer M.D., 1997. Faecal streptococci as indicators of faecal contamination in water. In Andrew, P.W and Mitchell, J.T. (Eds) The biology of streptococci and enterococci: Supplement to the Journal of Applied Bacteriology 83 Symposium, 26: 110-120.
- HAILE R.W., WITTE J.S., GOLD M., CRESSEY
 R., McGEE C., MILLIKAN R.C., GLASSER
 A., HARAWA N., ERVIN C., HARMON P.,
 HARPER J., DERMAND J., ALAMILLO J.,
 BARRETT K., NIDES M. and WANG G.,
 1996. The Health Effects of Swimming in Ocean Water Contaminated
 by Storm Drain Runoff. Epidemiology,
 10: 355-363.
- Hanes N.B. and Fracala R., 1967. Effect of seawater concentration on the survival of indicator bacteria. *Jour*nal of the Water Pollution Control Federation, 39: 97.
- Hardie J.M. and Whiley R.A., 1997. Classification and overview of the genera *Streptococcus* and *Enterococcus*. *Journal of Applied Microbiology* Symposium Supplement, **83**: 1S-11S.
- ITALIA, 1999. Decreto legislativo 11-5-99, n.152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" Supplemento ordinario alla G.U. della Repubblica Italiana n. 124 del 29 maggio 1999.
- KAY D., FLEISHER J.M., SALMON R.L., JONES F., WYER M.D., GODFREE S.F., ZELE-NAUCH-JACQUOTTE Z. and SHORE R., 1994. Predicting Likelihood of Gas-

- troenteritis from Sea Bathing: Results from Randomized Exposure, Lancet, **344**: 905-909.
- Kay D., 1994. Summary of epidemiological evidence from the UK sea bathing research programme. Appendix 5 in Anon (1994d). Selected Committee on the European Communities, Bathing Water.
- Keswick B.H., Gerba C.P., Secor S. L. and Cech I., 1982. Survival of enteric viruses and indicator bacteria in grounwater. *Journal of Environmental Science and Health*, A 17 (6): 903-912.
- Kueh C.S.W., Tam. T-Y., Lee T.W., Wand S.L., Lloyd O.L., Yu I.T.S., Wand T.W., Tam J.S. and Bassett D.C.J., 1995. Epidemiological Study of Swimming-Associated Illnesses Relating to Bathing-Beach Water Quality, Water Science Tech., 31: 1-4.
- Levine M.M., 1987. Escherichia coli that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorragic, and enteroadherent. J. Inf. Dis., 155 (3).
- McBride G.B., Salmond C.E., Banda-Ranayake D.R., Turner S.J., Lewis G.D. and Till D.G., 1998. Health Effects of Marine Bathing in New Zealand. International Journal of Environmental Health Research, 8: 173-189.
- McFeters G.A. and Stuart D.J., 1974. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in wellwater. *Applied Microbiology*, 27: 823-829.
- MEGRAN D.W., 1992. Enterococcal endocarditis. Clinical Infectious Disease, 15: 63-71.

- Morrison D., Woodford N. And Cookson B., 1997. Enterococci as emerging pathogens of humans. *Journal of Applied Microbiology* Symposium Supplement, **83**: 89S-99S.
- MULLER E.E., EHELERS M.M. and GRABOW W.O.K., 2001. The occurrence of E. coli O157:H7 in south African water sources intended for direct and indirect human consuption. Wat. Res., 35: 3085-3088.
- Murray B.E., 1990. The life and times of the Enterococcus. Clinical Microbiology Reviews, 3: 46-65.
- OMURA T., ONUMA M. and HASCHIMOTO Y., 1982. Viability and adaptability of E. coli and Enterococcus group to salt water high concentration of sodium chloride. Water Science and Technology, 14: 115-126.
- Parveen S., Hodge N.C. Stall R.E., Farrah S.R. and Tamplin M.L., 2001. Phenotypic and genotopyc characterization of human and nonhuman *E. coli.* Wat. Res., 35: 379-386.
- PRUSS A., 1998. Review of Epidemiological Studies on Health Effects from Exposure to Recreational Water. *International J. Epidemiology*, 27: 1-9.
- SEYFRIED P.L., TOBIN R.S., BROWN N.E. and NESS P.F., 1985. A Prospective Study of Swimming-related Illness II. Morbidity and the Microbiological Quality of Water. *Am. J. Public Health*, 75: 1071-1075.
- SHERMAN J.M., 1937. The streptococci. Bacteriological Reviews, 1: 3-97.
- US-EPA, 1986. Ambient Water Quality Criteria for Bacteria- 1986. Office of Water Regulation and Standards, Criteria and Standards Division,

- Washington DC. EPA-440/5-84/002 US-EPA, 1997. Method 1600: membrane filter test methods for enterococci in water. Office of Water, Washington, DC. EPA-821/R-97/004.
- US-EPA, 1998. Bacterial Water Quality Standards Status Report. Office of Water Regulation and Standards, Criteria and Standards Division, Washington DC. EPA-823R-98-003
- US-EPA, 2000a. Implementation guidance for "Ambient Water Quality Criteria for Bacteria-1986". Office of Water Regulation and Standards, Crietria and Standards Division, Washington DC. EPA-823-D-00-001
- US-EPA, 2000b. Improved Enumeration Methods for the Recreational Water Quality Indicators: Enterococci and Escherichia coli. EPA-821/R-97-004. US-EPA, Washington
- Von Schirnding Y.E.R., Kfir R., Cabelli V., Franklin L. and Joubert G., 1992. Morbidity Among Bathers Exposed to Polluted Seawater - A Prospective Epidemiological Study. South African Medical Journal, 81: 543-546.
- WILLIAMS A.M., RODRIGUES U.M. and COLLINS M.D., 1991. Intrageneric relationships of enterococci as determined by reverse transcriptase sequencing of small-subunit rRNA. Research in Microbiology, 142: 67-74.
- WYER M.D., JACKSON JF., KAY D., YEO J. And DAWSON H., 1994. An assessment of the impact of inland surface water input to the bacteriological quality of coastal waters. Journal of the Institution of Water and Environmental Management, 6: 459.

ASPETTI AMBIENTALI DELLA DIFFUSIONE DI Ambrosia artemisiifolia L., UNA PIANTA ERBACEA ALLERGENICA

Patrizia Casarini¹

ARPA della Lombardia, Dipartimento di Pavia, Via Bixio 13 – 27100 Pavia. Fax 0382 432634; e-mail arpa.casarini@infinito.it

Introduzione

La globalizzazione, con l'incremento degli scambi commerciali e del turismo, porta sempre più spesso all'introduzione di specie esotiche, oggi denominate anche alien, in paesi dove questi organismi animali o vegetali possono diventare invasivi, finché non si raggiunge un equilibrio con le specie indigene.

Recentemente il nostro Paese ha dovuto fronteggiare i problemi connessi all'introduzione accidentale del lepidottero Hyphantria cunea, dell'omottero Metcalfa pruinosa e del dittero Aedes albopictus; da poco è stata segnalata la presenza di un piccolo coleottero parassita del mais, Diabrotica virgifera virgifera (Chitotti e Levi, 2001) e di un emittero parassita di conifere (Leptoglossus occidentalis). L'ailanto si è affiancato alla robinia nella massiccia colonizzazione degli ambienti più diversi, prendendo il sopravvento sui vegetali autoctoni con negative conseguenze ambientali, anche dal punto di vista paesaggistico.

Diverse specie animali alloctone presentano interesse dal punto di vista sanitario, come potenziali vettori di malattie, mentre alcuni organismi vegetali "di importazione" possono creare danni, come infestanti, all'economia agricola. Si possono però anche verificare massicce diffusioni di piante allergeniche, con importanti implicazioni per la salute umana.

La loro identificazione, la mappa della loro diffusione, la messa a punto di strategie di contenimento, il monitoraggio pollinico, rappresentano il contributo che gli operatori ambientali possono apportare per la riduzione delle problematiche e per fornire ai responsabili sanitari preziosi strumenti previsionali per la tutela delle persone sensibili.

È esemplificativo il caso di Ambrosia artemisiifolia L., una composita giunta dal Nord America in Europa, verosimilmente insieme a semi di interesse agricolo. Dalla sua prima segnalazione risalente al 1901, in Piemonte, la specie si è diffusa verso est e sud ed è attualmente presente in tutta l'Italia centro-settentrionale.

Si tratta di una pianta anemofila che produce grandi quantità di pollini estremamente allergizzanti, in grado di portare a sintomatologie respiratorie che spesso richiedono il ricovero ospedaliero. Nel Nord America rappresenta la principale causa di pollinosi, con una prevalenza sulla popolazione generale intorno al 10%; indagini epidemiologiche condotte in Lombardia conducono a stime analoghe.

Etimologia ed usi

Il termine ambrosia, dal si-

gnificato letterale di "cibo per gli dei", sembrerebbe legato ad una divinità equina ed alla particolare predilezione dei cavalli per la sua succosa ed aromatica vegetazione. Il nome specifico fa esplicito riferimento alla somiglianza delle sue foglie con quelle dell'*Artemisia*. Il nome inglese è "ragweed".

Viene utilizzata per la preparazione di vini aromatizzati, come il vermouth, ed in erboristeria, per ottenere tonici contro la dispepsia (FERRERO e MACGIORE, 2000).

Inquadramento botanico

In Italia, oltre alla specie A. artemisiifolia sono presenti altre quattro specie congeneri: A. maritima, A. coronopifolia, A. tenuifolia, A. trifida (Fig. 1), ma tutte hanno minor importanza dal punto di vista allergenico.

L'ambrosia, appartenendo alla famiglia Compositae, come il girasole, la margherita, il tarassaco, il tagete, la camomilla e il fiordaliso, possiede fiori piccoli, molto numerosi e riuniti in infiorescenze composte a forma di capolino.

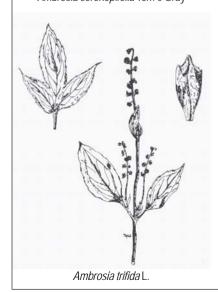
Si tratta di una specie annuale, con stelo eretto, robusto, con fitta pelosità e ramificato verso l'alto, che può raggiungere i 90 cm d'altezza. La radice è debolmente fittonante, molto ramificata nella parte superiore (Ferrero e Macciore, 2000); la foglia è pennata, vellutata, con un corto picciolo. L'infio-



Ambrosia artemisiifolia L.



Ambrosia coronopifolia Torr. e Gray



Ambrosia maritima L.



Fig. 1. Ambrosia artemisiifolia e le altre quattro specie congeneri presenti in Italia (da Pignatti, 1982)

rescenza maschile è costituita da capolini unisessuati con fiori di circa 1 mm, raggruppati in racemi (simili a spighe), lunghi da 8 a 15 cm, che si sviluppano nella porzione terminale dei rami. Una pianta può produrre oltre un miliardo di granuli di polline sferoidali, con corte spine, le cui piccole dimensioni (18 x 20 mm) ne favoriscono la penetrazione sin negli alveoli polmonari (Fig. 2)

I fiori femminili, meno numerosi, si trovano all'ascella delle foglie superiori; il seme, di circa 3 mm di lunghezza, è fusiforme, con un numero variabile di spinule (4-8) inserite verso l'apice. I fiori pistillati danno luogo ad un solo seme, ogni pianta ne produce fino a 10-15.000 e sverna come seme.

Il seme necessita di alte temperature per germinare: nelle regioni settentrionali il ciclo inizia tra la fine di maggio e l'inizio di giugno. La fioritura è stimolata da un'illuminazione solare inferiore alle 12 ore, inizia a fine luglio (Fig. 3) e può protrarsi sino all'inizio d'ottobre.

La pianta predilige terreni ghiaiosi, sabbiosi, silico-argillosi, con pH da 5 a 7 ed umidità del terreno medio bassa.

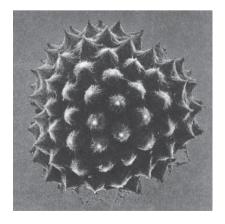


Fig. 2. Granulo pollinico di A. artemisiifolia (da Ferrero e Maggiore, 2000).

Presenza e diffusione

Si tratta di una pianta pioniera che attecchisce con successo nelle aree dove è stata rimossa la vegetazione originaria. Cresce generalmente sino a 500 m di altitudine, ma in Oltrepò Pavese è stata segnalata anche a 750 m sopra il livello del mare.

Si rinviene più frequentemente nei terreni di riporto per strade, argini, abitazioni; nelle aree urbane degradate ed aree industriali dismesse; nelle zone ruderali; nei cantieri aperti per lungo tempo; in aree agricole incolte; sui cigli stradali delle vie di grande comunicazione (autostrade, tangenziali, strade statali e provinciali); su terrapieni e massicciate ferroviarie; nei coltivi di girasole, soia e mais; nelle città con elevate concentrazioni di CO₂; negli alvei asciutti dei corsi d'acqua.

Un grande impulso alla sua diffusione è stato dato dalle coltivazioni di soia e girasole, dal momento che queste sono infestate dai semi d'ambrosia.

I semi si diffondono principalmente attraverso la movimentazione dei terreni di riporto; le strade di grande comunicazione (mediante i veicoli e l'acqua piovana); il ruscellamento (soprattutto nelle zone collinari); i corsi d'acqua (il Ticino e, conseguentemente, il Po sono i principali responsabili della loro diffusione nella Pianura Padana).

Provvedimenti ambientali per limitarne la diffusione

Tra i provvedimenti utili a prevenire o limitare la diffusione di questa specie si possono elencare i seguenti.

• Lungo i cigli stradali e gli argini, nelle aree a verde pubblico e privato, nelle zone ruderali e lungo



Fig. 3. A. artemisiifolia, nel mese di luglio.

le rive dei corsi d'acqua sono efficaci sfalci periodici, a partire dalla fine di luglio. In tal senso la Regione Lombardia ha emanato un'ordinanza (N.° 25522 del 29 marzo 1999), che regolamenta gli sfalci, individuando nei Comuni gli Enti preposti alla sorveglianza ed alle verifiche.

- Nei terreni lasciati a riposo dalle colture (*set aside*) occorre effettuare lavorazioni meccaniche periodiche, come previsto dal Regolamento CEE N.°1272/88 (art.34).
- Nelle aree agricole è necessario limitare le colture di girasole e soia.
- Ove risulti opportuno bisogna ricorrere al diserbo chimico mediante formulati contenenti i seguenti

principi attivi (Ferrero e Macciore, 2000): dicamba; glifosate trimesio + bagnante; glufosinate ammonio + bagnante.

51

• È utile produrre materiale informativo (pieghevoli, manifesti) per facilitare l'identificazione.

Bibliografia

Ferrero A., Macciore T., 2000. Piante erbacee ed allergeniche. Franco Angeli, Milano: 93-96.

Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna, III: 60-61.

Chitotti O., Levi P., 2001. Specie esotiche introdotte attraverso gli aeroporti. Analisi dei rischi e delle misure di controllo. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino: 17.

Per saperne di più

Il testo dell'Ordinanza della Regione Lombardia è nel sito:

www.allergiarespiratoria.it/ambrosia.htm

L'ASL di Pavia ha aperto un forum sull'argomento nel sito: www.asl.pavia.it Altre possibilità di approfondimento:

http://et.unipv.it/omp

www.fondazioneminoprio.it/MIRT/MAC/Ambrosia% artemisii folia.htm

www.arpa.emr.it/reggioe/aria_rel

www.pollen.com/gloss_ragweed.h

www.fresnet.it/Flora_cremasca/in

Proposta di saggio di tossicità prolungato con differenti specie ittiche (Alburnus alburnus alborella, Cyprinus carpio e Carassius auratus)

Fernando Gelli^{1*}, Luciano Pregnolato¹, Donatella Palazzi¹, Federica Savorelli¹, Alessandra Roncarati²

- 1 Ittiolab (Laboratorio Ittiologico ARPA-Emilia Romagna), Corso Giovecca, 169 44100 Ferrara
- 2 CURDAM (Centro Universitario di Ricerca e Didattica in Acquacoltura e Maricoltura)- Università di Camerino
- * Autore referente per la corrispondenza (Fax: 0532 204945; E-mail: Laboratoriolttiologico@fe.arpa.emr.it)

INTRODUZIONE

Gli ambienti acquatici in tutto il mondo sono soggetti ad un crescente inquinamento chimico ed i tossicologi cercano di evidenziare gli effetti delle sostanze tossiche sui sistemi biologici (Poulin, 1992).

L'uso di organismi a vita libera, in particolare di pesci, quali indicatori della qualità degli ambienti acquatici, si inserisce in metodologie adottate da tempo in altre nazioni (US-EPA, 1993; UNI-CHIM, 1999) e supportate da una vasta letteratura (Johnson, 1998; Nim-MO et al., 1998; KOSMALA et al., 1999; Kasthuri e Chandran, 1997), mentre, in campo nazionale, non sono ancora stati validati metodi che prevedono la possibilità di adottare tali organismi. Al riguardo, il nuovo Decreto Legislativo 152/99 affida all'ANPA il compito di sviluppare studi e ricerche al fine di predisporre protocolli operativi in materia.

In tale ottica, l'ARPA di Ferrara, che già sta collaborando con ANPA nella realizzazione di protocolli per test di ittiotossicità acuti nelle acque, propone l'utilizzo di diverse specie ittiche per saggi di tossicità prolungati.

La capacità di alcune specie ittiche di sopportare senza proble-

mi le condizioni di acquario (ME-LOTTI et al., 1992) nonché l'allevamento in gabbie galleggianti, ci permette di proporre una metodologia per test cronici (28 giorni) con pesci "sentinella" (PALAZZI et al., 2001) per consentire la valutazione di effetti più tipicamente subletali, quali sono quelli osservabili sull'accrescimento dell'organismo. Infatti, l'accrescimento, valutabile come "velocità di crescita specifica", è l'espressione ultima di molteplici aspetti, sia di natura biochimica, fisiologica, come anche comportamentale, tutti potenzialmente alterabili, in vario grado, quando un organismo venga esposto ad una miscela di contaminanti (VIGANÒ, 1998). I test cronici si prestano anche alla valutazione degli effetti letali che pure potrebbero manifestarsi a causa dell'esposizione prolungata ai contaminanti.

In generale, si tenga presente che la variabilità, talvolta elevata, sia delle fonti di contaminazione sia del corpo idrico che ne è recapito, può essere causa di una corrispondente variabilità degli effetti osservati. Pertanto, la mancata osservazione di effetti tossici in un preciso momento del regime idrologico del corpo idrico, non esclude che si possano riscontrare effetti

tossici attuando la sperimentazione in momenti e condizioni idrologiche differenti (IRSA-CNR, 1994). La novità metodologica da noi proposta, il saggio di tossicità prolungato in campo, deriva dalla possibilità di associare il metodo adottato negli Stati Uniti (US-EPA, 1993), che prevede l'utilizzo di specie ittiche per determinare la tossicità acuta su acque di scarico in campo, con la proposta di metodo per saggio di tossicità prolungato in laboratorio prospettata dall'IRSA-CNR (Viganò, 1998). Le considerazioni sopra esposte ci hanno portato a ritenere idonee le seguenti specie ittiche: alborella (Alburnus alburnus alborella L.), carpa comune (Cyprinus carpio L.) e carassio dorato (Carassius auratus L.) (Tortonese, 1975; DE LUISE, 1998).

Il ciprinide Alburnus alburnus alborella è una sottospecie indigena d'acqua dolce, ampiamente distribuita in Italia settentrionale, mentre nei bacini più meridionali dell'Italia centrale sono presenti popolazioni originatesi da materiale introdotto.

La sottospecie vive in acque limpide a lenta corrente, nonché in bacini lacustri, purché ben ossigenati e con ridotta vegetazione sommersa. È un pesce di piccola taglia, vive in media 7-8 anni durante i quali cresce al ritmo di circa 2 cm l'anno. Negli adulti non si evidenzia dimorfismo sessuale ed il rapporto dei sessi, inizialmente prossimo all'unità, si sposta a favore delle femmine con il passare degli anni.

Il ciprinide Cyprinus carpio è diffuso in gran parte dell'Europa, Italia compresa. L'habitat tipico di questo ciprinide è quello caratterizzato sia da acque stagnanti o a debolissima corrente, con fondi melmosi e riccamente inerbiti (dove in estate l'acqua si fa particolarmente calda), sia da acque debolmente saline. La carpa abita quindi il tratto inferiore del corso d'acqua del fiume (foce compresa), le lanche, i canali di bonifica, i laghi, gli stagni, nonché le paludi. Durante l'inverno, e comunque a temperature inferiori a 10 °C, questo ciprinide rallenta notevolmente la sua attività metabolica, adagiandosi sul fondo e nascondendosi parzialmente nella melma. La carpa è un pesce longevo (25-30 anni) che, a seconda delle caratteristiche bioclimatiche naturali del suo habitat, cresce più o meno velocemente. La carpa consigliata in questa sperimentazione è la varietà "a specchi".

Il ciprinide Carassius auratus, molto simile nei caratteri morfologici al suo parente stretto, il carassio comune (Carassius carassius), rappresenta la forma originale e selvatica del pesce rosso. Vive nei piccoli stagni ricchi di vegetazione, nei laghi e nel corso inferiore di parecchi fiumi asiatici e dell'Europa orientale (zona dell'abramide). Supera raramente i 20 cm di lunghezza (5-6 anni di età), ma può raggiungere una taglia massima di 45 cm (circa 3 kg di peso).

Il metodo di seguito esposto, pur non essendo un metodo standard in quanto non ancora oggetto del consenso e della validazione necessari, viene proposto perché, in base ad osservazioni preliminari degli autori, appare particolarmente adatto per il saggio di tossicità prolungato nelle acque dolci.

MATERIALI E STRUMENTAZIONE

La conduzione del saggio di tossicità richiede:

- gabbie galleggianti in rete con capacità netta di circa 100 litri, munite di sostegni metallici, di un disco di poliuretano espanso con funzione di galleggiante e con all'apice una struttura apposita per l'inserimento di una mangiatoia da esterno automatica;
- funi di adeguata lunghezza, necessarie per fissare le gabbie galleggianti;
- acquari della capacità unitaria di 120 litri, operanti in ciclo chiuso e in grado di garantire un ricambio idrico completo ogni 3 ore, provvisti di un sistema di filtrazione meccanica e biologica (l'innesco dei filtri biologici richiede un'accurata preparazione preliminare e tempi medi di 40 giorni necessari all'insediamento delle popolazioni batteriche) nonché di un dispositivo per la termoregolazione delle acque, le quali devono avere una durezza di 160-180 mg/L CaCO₃, un'alcalinità di $110-120 \text{ mg/L } \text{CaCO}_3 \text{ (IRSA-}$ CNR, 1994), un pH di 6,5-9,0. È possibile utilizzare acqua di rete preventivamente declorata;
- sistema di aerazione a bassa pressione fornito di diffusori a pietra porosa;
- retini per il trasferimento dei pesci;
- reti o coperture trasparenti in materiale atossico per evitare la

- fuoriuscita degli animali dalle gabbie galleggianti o dagli acquari di laboratorio;
- mangime pellettato con formulazione variabile a seconda della specie ittica impiegata;
- sacchi di polietilene per il trasporto dei pesci;
- · frigo portatile;
- bombola di ossigeno;
- analizzatore di ossigeno disciolto, analizzatore di pH e termometro per la misura istantanea della temperatura;
- bilancia analitica per la misura del peso dei pesci;
- ittiometro per la misura della lunghezza dei pesci.

Tutti gli oggetti destinati ad entrare in contatto con l'acqua di mantenimento, o con l'acqua da saggiare, devono essere realizzati con materiali inerti, che non adsorbano significativamente i tossici e, tanto meno, possano rilasciarne. Il vetro borosilicato e le plastiche florurate dovrebbero essere impiegati ovunque possibile. Gli oggetti costruiti con questi materiali possono essere riutilizzati dopo le necessarie procedure di pulizia.

Come organismi per il saggio si possono utilizzare giovani esemplari di alborella (quando la pesca in natura lo consente), carpa e pesce rosso (quando disponibili presso gli allevamenti specializzati). Si privilegiano gli stadi giovanili in quanto: si adattano meglio alle condizioni di allevamento ed alla fase di svezzamento; danno migliori informazioni sulla velocità di crescita, quale parametro fondamentale per la comprensione del test; sono più sensibili degli stadi adulti, come si è potuto verificare attraverso test con sostanze tossiche (erbicidi).

In seguito al loro invio al laboratorio, gli esemplari devono essere mantenuti in quarantena, per circa 20 giorni, al fine di poter individuare manifestazioni patologiche e mortalità derivanti dallo stress di trasporto e dall'acclimatazione alle nuove condizioni di allevamento (CHITTINO, 1983). Successivamente i pesci vengono suddivisi negli acquari. Durante il periodo di mantenimento e acclimatazione i pesci sono alimentati con un quantitativo giornaliero minimo di mangime sfarinato equivalente al 1-2 % del loro peso fresco (MELOTTI et al., 1992).

PROCEDURA DI SAGGIO

Per effettuare un saggio di tossicità prolungato sulle acque di un corpo idrico, si utilizza un minimo di dieci organismi. Gli effetti osservati nel gruppo di pesci esposti alle acque del corpo idrico vengono confrontati con quelli osservati in uno stesso numero di organismi di controllo mantenuti in laboratorio.

Il saggio è organizzato limitando la scelta delle dimensioni dei pesci ad un ambito relativamente ristretto. Inoltre, la necessità di mantenere nelle gabbie galleggianti e negli acquari densità unitarie comprese tra 0,1 e 0,2 pesci/L e di valutare la velocità di crescita dei pesci nel corso della sperimentazione, comporta la scelta di taglie ridotte. È comunque opportuno non scendere al di sotto dei 3 cm per evitare, durante la manipolazione, il rischio di mortalità dovuto all'eccessiva delicatezza degli organismi.

La misurazione della lunghezza totale si effettua dall'estremità anteriore del capo, e più precisamente dalla mascella, terminando all'estremità della pinna caudale. Per misurare accuratamente peso e lunghezza dei singoli individui è consigliabile che essi vengano anestetizzati. Questa operazione deve essere effettuata con pesci a digiu-

no da 24 ore. Si prepara una vaschetta contenente una soluzione di alcuni litri di anestetico, per esempio fenossietanolo alla concentrazione di 0,1 ml/L, debolmente aerata ed alla temperatura di 20±1 °C e vi si trasferiscono gli animali per circa 5 minuti. Trattandosi di misurazioni di peso fresco è necessario adottare piccoli accorgimenti per minimizzare il rischio di errore dovuto alla presenza di gocce d'acqua sul corpo del pesce; queste possono essere rimosse appoggiando delicatamente il pesce su carta da filtro o simile, senza danneggiare lo strato di muco protettivo; dopo aver valutato se l'organismo anestetizzato risponde ai requisiti di lunghezza e peso desiderati, si procede alla sua immersione in una vaschetta simile alla precedente, ma contenente solo acqua di diluizione, si attende che il pesce riprenda le sue attività funzionali e si trasferisce definitivamente o nel sacco di polietilene con cui i pesci vengono trasportati in campo o nell'acquario di laboratorio destinato a contenere i controlli.

Per il trasferimento sul luogo di monitoraggio, gli organismi scelti sono immessi in sacchi di polietilene precedentemente riempiti con una quantità opportuna di acqua (1/3 del volume) dell'acquario di stabulazione. Ogni sacco viene gonfiato insufflando ossigeno (2/ 3 del volume) e posto all'interno di un frigo portatile. Una volta giunti al sito di monitoraggio, si procede al raggiungimento dell'equilibrio delle temperature sostituendo gradualmente l'acqua contenuta nel sacco con quella del corpo idrico. La gabbia galleggiante viene immersa nelle acque del corpo idrico e fissata con una fune, vi si introduce un minimo di 10 pesci e, successivamente, viene coperta con una rete per impedirne la fuga. Il trasferimento dei pesci deve essere effettuato con appositi retini, rapidamente e con la massima cura, per minimizzare lo stress e non danneggiare gli organismi.

Periodicamente devono essere eseguiti controlli sulla tenuta e sulla pulizia delle gabbie galleggianti. Queste devono essere eventualmente sostituite se molto sporche o incrostate da alghe. Quotidianamente si deve provvedere alla rimozione degli eventuali organismi deceduti, sia in campo che in laboratorio.

In base agli obiettivi del saggio e ai risultati ottenuti dai primi 14 giorni di esposizione, si può decidere di prolungare la sperimentazione sino al 28° giorno.

Il giorno stesso del termine del test i pesci vengono di nuovo portati in laboratorio, con la stessa metodica di trasporto iniziale, e anestetizzati per essere pesati e misurati.

In laboratorio, nella vasca di controllo, devono essere mantenute le stesse condizioni di illuminazione (circa 300 lux) cui gli animali sono stati acclimatati. Il fotoperiodo deve coincidere, per quanto possibile, con il fotoperiodo naturale. La temperatura deve essere mantenuta simile alla temperatura media esterna (± 2 °C) per l'intera durata della sperimentazione. Non è opportuno condurre il saggio quando la temperatura naturale non è idonea all'accrescimento dei pesci, quando cioè è troppo bassa (minore di 10 °C) o troppo alta (oltre i 30 °C).

L'alimento somministrato ai pesci, sia in laboratorio che in campo, è un mangime pellettato, specificamente formulato per Ciprinidi e caratterizzato da un tenore proteico pari al 45% s.s. e un contenuto lipidico del 12,5% s.s. Durante la sperimentazione, i pesci di controllo in laboratorio devono essere alimentati quotidianamente con una

quantità di mangime equivalente al 4% del loro peso fresco, mentre i pesci sentinella sono alimentati quotidianamente con mangime distribuito ad libitum, a causa della maggiore dispersione dovuta alla struttura particolare della gabbia galleggiante. A parità di altre condizioni, la velocità di crescita è strettamente dipendente dalla quantità di alimento disponibile; pertanto, la somministrazione giornaliera della dieta deve essere attentamente controllata.

La distribuzione del mangime deve essere interrotta 24 ore prima di effettuare il rilievo dei parametri biometrici dei pesci, evitando così che i processi digestivi possano interferire in modo significativo. L'alimentazione, quindi, viene sospesa prima dell'allestimento del saggio, come pure al 27° giorno di trattamento.

Per un corretto svolgimento della ricerca è necessario misurare quotidianamente la concentrazione di ossigeno disciolto sia nell'acqua del corpo idrico che nell'acquario di laboratorio contenente i controlli. Nell'acquario di controllo il valore dell'ossigeno deve essere superiore al 60% del valore di saturazione per l'intera durata della sperimentazione.

È opportuno predisporre apposite schede di laboratorio e di campo per registrare quotidianamente i valori di temperatura, di ossigeno disciolto, di pH e di eventuali altri parametri chimico-fisici di interesse per la fase sperimentale, il numero di pesci morti e ogni altra alterazione osservabile (cambiamento della colorazione, perdita di equilibrio, nuoto scoordinato, aumento della velocità respiratoria, ecc.).

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

I risultati del saggio sono considerati validi se nell'acquario contenente gli organismi di controllo si osserva una mortalità ≤ 10% ed una concentrazione di ossigeno disciolto ≥ 60% del valore di saturazione.

Al termine del saggio vengono considerati i valori di peso e lunghezza dei singoli organismi.

Vista l'impossibilità nel metodo proposto di riconoscere il singolo pesce (in alcune sperimentazioni questo si ottiene attraverso la marcatura), per l'espressione dei risultati si effettua una valutazione di tipo intermedio che consiste nel calcolo della velocità di crescita "pseudo" specifica (r) come indicato da Viganò (1998) attraverso la seguente formula:

$$\mathbf{r} = \left[(\log_{\rm e} \! \mathbf{w}_{_2} - \log_{\rm e} \! \mathbf{w}_{_{\rm 1medio}}) \! / (t_{_2} \! \! - \! t_{_1}) \right] x \ 100$$

dove:

 \mathbf{w}_1 e \mathbf{w}_2 = peso (in grammi) rilevato ai tempi \mathbf{t}_1 e \mathbf{t}_2 .

 t_1 , t_2 = inizio e termine della sperimentazione.

In pratica, non potendo fare riferimento al peso di quel determinato individuo al tempo t₁, l'accrescimento dell'organismo in esame viene valutato usando come riferimento il peso medio dell'intero gruppo di pesci immesso nella vasca al tempo t₁, che è indicato come w_{tmedio}.

La significatività della differenza tra i valori di lunghezza, peso e velocità di crescita r degli organismi esposti ed i valori corrispondenti degli organismi di controllo viene verificata mediante il test t di Student. Se vengono evidenziate differenze statisticamente significative per almeno uno dei parametri, si può affermare che il corpo idrico monitorato contiene concentrazioni di contaminanti tali da ridurre l'accrescimento dei pesci. Lo scopo dell'analisi statistica è di confrontare le risposte degli organismi che sono stati esposti con quelle degli organismi di controllo e di valutare se le eventuali differenze, ad esempio di taglia corporea, siano da considerare significative e quindi imputabili agli inquinanti presenti nel campione stesso.

La relativa facilità d'uso dei programmi disponibili in commercio non deve fuorviare e si consiglia di avvalersi sempre della collaborazione di un esperto di statistica che possa consigliare sulla scelta dei metodi di analisi più appropriati.

Bibliografia

De Luise G., 1998. Ittiologia speciale. Pesci, pesca & ambiente d'acqua dolce. Litoimmagine editore, Udine, 4: 9-253.

Ghittino P., 1983. Tecnologia e Patologia in Acquacoltura. Vol.1- Tecnologia.

Tipografia Emilio Bono, Torino, 532 pp.

IRSA-CNR, 1994. Metodi analitici per le acque. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 342 pp.

Johnson R. K., 1998. Spatiotemporal

variability of temperate lake macroinvertebrate communities: detections of impact. *Ecological Applications*, 8 (1): 61-70.

Kasthuri J., Chandran M. R., 1997. Sublethal effects of lead on feeding

- energetics, growth performance, biochemical composition and bioaccumulation of the estuarine catfish, Mystus gulio (Hamilton). Journal for Environmental Biology, 18 (1): 95-101.
- Kosmala A., Charvet S., Roger M. C., Faessel B., 1999. Impact assessment of a wastewater treatment plant effluent using instream invertebrates and the *Ceriodaphnia dubia* chronic toxicity test. *Water Research*, **33** (1): 266-278.
- Melotti P., Amerio M., Gennari L., Roncarati A., 1992. Valutazioni comparative sull'impiego di alcune diete inerti nello svezzamento del branzino (*Dicentrarchus labrax* L.). Zool. Nutr. Anim. 3-4: 191-200.
- Nimmo D. R., Willox M-J., Lanfrancois T.D., Chapman P.L., Brinkman S. F.,

- GREENE J. C., 1998. Effects of metal mining and milling boundary waters of Yellowstone National Park, USA. Environmental Management, 22 (6): 913-926.
- Palazzi D., Gelli F., Novi C., Penazzi L.,
 Pregnolato L., Trentini P. L., Corazzari M., Savorelli F., Roncarati A.,
 Melotti P., Mantovani E., Finco R.,
 2001. Messa a punto di metodi ecotossicologici, come auspicato dal
 Decreto Legislativo 152/'99: uso di specie ittiche endemiche (Alburnus alburnus) e verifica di questo indicatore per la classificazione e valutazione delle acque interne della provincia di Ferrara. In: Atti
 Conv. "Conservazione e sviluppo sostenibile nel Parco del Delta del Po",
 Comacchio (Fe), 9 febbraio 2001.

Poulin R., 1992. Toxic pollution and

- parasitism in freshwater fish. Parasitology Today, 8 (2): 58-61.
- TORTONESE E., 1975. Fauna d'Italia. Osteichthyes. Edizioni Calderini, Bologna, X+540 pp (parte prima) e XVIII+636 pp (parte seconda).
- UNICHIM, 1999. Linee guida per la classificazione biologica delle acque correnti superficiali. Manuale n. 191, 59 pp.
- US-EPA, 1993. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, Fourth Edition, 293 pp.
- VICANÒ L., 1998. Metodo per saggio di tossicità prolungato (14-28 giorni) con trota iridea (Oncorhynchus mykissy). Notiziario dei metodi analitici IRSA-CNR: 19-27.

UNO SVILUPPO CAPACE DI FUTURO

INTERVISTA A EDO RONCHI

A cura di Valentina Parco

Edo Ronchi, nato a Treviglio (BG) il 31 maggio 1950, è stato Ministro dell'Ambiente dal 1996 al 2000. Tra i promotori di referendum antinucleari ha condotto in parlamento numerose battaglie contro l'abusivismo edilizio e l'inquinamento acustico. Durante il suo ministero sono stati varati, fra gli altri, il decreto legislativo n. 22/97 sui rifiuti (decreto "Ronchi") e la legge quadro sulle acque (decreto legislativo n. 152/99). Nel suo libro "Uno sviluppo capace di futuro" (Edizioni II Mulino), di recente pubblicazione, vengono presi in esame i temi ambientali prioritari, sottolineate le emergenze e formulate proposte alternative che possano indirizzare verso uno sviluppo sostenibile.

Chi sono i destinatari del suo libro?

Sostanzialmente gli "addetti ai lavori". Dopo quattro anni di esperienza ministeriale mi sembrava utile mettere a disposizione le conoscenze maturate nel campo della politica ambientale, ponendo l'accento soprattutto su aspetti meno noti delle politiche nazionali ed internazionali. Ho cercato di arricchire e sostenere le analisi proposte con molti dati.

Durante la sua esperienza come Ministro dell'Ambiente quali sono le difficoltà maggiori che ha incontrato?

Hanno pesato molto i ritardi della normativa ed il faticoso lavoro di riordino, riuscito solo in parte. In molti casi ci si è scontrati con la mancanza di un supporto tecnico, soprattutto in quelle regioni che ancora non erano dotate di Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e che non avevano una cultura storica in campo ambientale.

Le direttive CEE hanno rappresentato una buona base per impostare in Italia una nuova politica ambientale?

Rispetto alla situazione italiana preesistente, le direttive CEE

sono state certamente il principale stimolo. Non c'è riforma che non sia di recepimento di convenzioni internazionali o europee.

Cosa ritiene di aver lasciato in sospeso?

Innanzi tutto l'introduzione di un sistema di incentivi economici e di fiscalità ecologica: è partita solo la "Carbon Tax" e poco altro.

Quali pensa siano gli strumenti migliori per indirizzare le imprese verso un sistema produttivo meno inquinante?

C'è un forte ritardo da parte dell'industria italiana nell'adozione dei marchi di qualità ambientale, sia di prodotto, sia di processo (EMAS ed Ecolabel): si deve fare in modo che diventino, come in altri paesi europei, un vantaggio in termini di competitività. È poi necessario applicare misure di comando e di controllo, già in parte previste, ma che andrebbero incrementate. Per rendere la politica industriale ambientalmente virtuosa ed anche conveniente è necessario investire di più in questo campo, con un sistema di detrazioni fiscali o di incentivi ed anche aumentare il prelievo fiscale sull'uso delle risorse e sull'inquinamento.

Questo discorso vale anche per l'agricoltura?

In questo settore sono già stati fatti passi in questo senso; basti pensare che, un agricoltore prende mediamente 17,5 milioni l'anno tra trasferimenti e sconti fiscali e contributivi, che andrebbero indirizzati solo a produzioni "pulite". Rispetto ad alcuni anni fa, la CEE ha apportato delle modifiche alla Politica Agricola Comunitaria e non si concedono più incentivi legati solo alla produzione perché i criteri per accedere ai finanziamenti coinvolgono anche gli aspetti ambientali (limiti all'uso dei fitofarmaci, ricostituzione del paesaggio agrario, salvaguardia delle specie in via di estinzione, ecc...).

Nel suo libro c'è una sezione dedicata al "caso Italia". Quali sono, a suo parere, i ritardi maggiori e, dall'altra parte, i miglioramenti più evidenti di questi ultimi anni?

I cambiamenti più vistosi hanno riguardato soprattutto la qualità delle acque costiere e la balneabilità: sono stati fatti grossi interventi sugli scarichi a mare. C'è stato anche un consistente incremento delle aree naturali protette ed un freno all'abusivismo edilizio, oltre a miglioramenti consistenti nella raccolta differenziata dei rifiuti. Fra gli aspetti negativi, le note dolenti sono principalmente due: il sistema dei trasporti e la parziale inefficienza nella depurazione degli scarichi fognari, anche se ora le premesse normative sono state introdotte. Il sistema della mobilità è complesso e non è governabile dal centro: sono gli enti locali che devono cogliere la priorità della conversione dal trasporto su gomma a quello collettivo, sostenibile. Ma serve un cambiamento della mentalità politica a tutti i livelli.

Ha accennato indirettamente alla nuova legge quadro sulle acque. Quale è stato l'iter del decreto legislativo n. 152/99? Qual è stata la spinta che ha permesso l'introduzione dei metodi biologici per la valutazione della qualità dei corpi idrici?

La "legge Merli" (n. 319/76) aveva introdotto una serie di regolamenti sugli scarichi fognari. Tuttavia era chiaro, e le indagini lo confermavano, che non era possibile concentrare l'attenzione sullo scarico prescindendo dal corpo idrico recettore. Per recuperare la qualità dei corsi d'acqua bisognava introdurre una politica di risanamento fissando degli obiettivi e regolando di conseguenza gli scarichi. Si è quindi discusso se affrontare solo alcuni aspetti dell'inquinamento chimico-fisico, o se indirizzarsi verso un obiettivo di qualità ecologica. Ha prevalso la seconda idea e sono stati introdotti, oltre ai parametri tradizionali, anche gli indicatori che evidenziano la qualità ambientale. In questo ci ha aiutato l'elaborazione, che abbiamo anche anticipato, della direttiva quadro CEE sulle acque. È stato quindi recuperato un ritardo cercando di impostare una direzione che precorresse gli indirizzi futuri della CEE.

Qual è la situazione delle acque interne?

Per quanto riguarda i laghi ci sono stati dei miglioramenti, i fiumi e le falde invece destano forti preoccupazioni. Soprattutto queste ultime, nelle zone di pianura sono praticamente tutte inquinate dai nitrati di provenienza agricola e dal percolamento dei siti inquinati. Bisogna cambiare filosofia e ristabilire un carico ammissibile, compatibile col risanamento ambientale. Si può fare, occorre però avere strutture adeguate.

Per quanto riguarda invece il dissesto idrogeologico, le basi legislative esistono e non vengono applicate o è necessario introdurre delle nuove normative?

Il quadro normativo è buono: la legge n. 183/89 ed altri interventi legislativi sulle aree a rischio e sull'accelerazione dei piani stralcio sulle fasce fluviali sono sufficienti, bisogna però attuarli. Un esempio per tutti è il bacino del Po, che non ha ancora il Piano di Assetto Idrogeologico che tuteli almeno le aree a rischio. Mancano anche le misure di prevenzione, come le aree di espansione, la manutenzione e gli interventi di consolidamento.

Ha già accennato all'incremento delle aree protette, si tratta solo di un aumento numerico o sono migliorate anche le modalità di gestione?

Per molti Parchi sono state completate le piante organiche, sono raddoppiati i finanziamenti ed è cresciuto l'impegno per rafforzare il sistema dei Parchi nazionali. Ci sono invece alcuni problemi per i Parchi regionali, che hanno perso parte dei loro poteri e hanno dovuto subire un alleggerimento dei vincoli, soprattutto riguardo al prelievo venatorio.

Uno dei maggiori temi sui cui si dibatte oggi è quello che riguarda gli Organismi Geneticamente Modificati (OGM), che opinione ha in proposito?

Le maggiori preoccupazioni riguardano le utilizzazioni degli OGM in agricoltura, per la possibile introduzione di specie iper-resistenti o iper-competitive che indeboliscano le specie autoctone, rompendo gli equilibri della diversità biologica territoriale. Ci sono poi i rischi legati alla salute umana per il possibile aumento di allergie o di eventuali effetti tossici. Fra l'altro, è difficile cogliere l'utilità dell'introduzione degli OGM a scopo alimentare perché oggi il problema non è certamente la quantità, quanto la qualità del cibo. Inoltre, è stato dimostrato, ad esempio, che il mais transgenico non ha prodotto risultati soddisfacenti e la soia resistente ai diserbanti ha aumentato l'impiego degli erbicidi.

Sono più favorevole, invece, all'utilizzo delle biotecnologie in campo medico: ad esempio queste metodiche hanno permesso di evitare l'estrazione dell'insulina dagli animali. Inoltre, questi impieghi terapeutici restano confinati.

Anche in campo ambientale ci sono stati dei risvolti positivi: basti pensare all'utilizzo dei batteri geneticamente modificati per la bonifica delle aree contaminate. In ogni caso è fondamentale che intorno a questo argomento ci sia una corretta informazione e che la ricerca comprenda a fondo gli effetti a lungo termine dell'introduzione di questi organismi.

Il suo libro richiama in molte occasioni i temi legati allo sviluppo sostenibile. Quali sono gli argomenti

di maggiore rilievo?

Il tema ambientale prioritario a livello internazionale sono i
cambiamenti climatici prodotti dalle emissioni di gas di serra. Gli
effetti sono già evidenti e vanno
presi provvedimenti per contrastare
la tendenza all'incremento della
temperatura del pianeta. Innanzi
tutto, occorre incentivare l'utilizzo
di fonti rinnovabili per la produzione di energia. Fra l'altro i Paesi
in via di sviluppo stanno ripercorrendo le nostre stesse strade e la
situazione, di questo passo, non

potrà che peggiorare. Un grosso problema è costituito dagli strumenti internazionali di attuazione degli accordi in campo ambientale. Esistono la Commissione dello Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Uunite e l'UNEP (il Programma Ambientale delle Nazioni Unite), ma sono molto deboli se paragonate all'Organizzazione del Commercio Mondiale (WTO) che detta legge sui mercati mondiali e sulle strategie economiche di tutti i Paesi. L'attuazione del protocollo di Kyoto sarà l'occasione per verificare la governance delle politiche ambientali, per stabilire misure vincolanti ed un regime di controlli che possa ridare peso ai temi ambientali, spesso sottovalutati.

Cosa possiamo aspettarci allora per il prossimo futuro?

L'occasione da non perdere sarà "Rio+10" che si terrà nel 2010 a Johannesbourg che potrebbe avere fra i suoi obiettivi anche quello di promuovere una Organizzazione mondiale per l'ambiente. E fra l'altro è proprio l'Europa che sta spingendo in questo senso.

SUCCESSO PER L'INTERNATIONAL JOINT MEETING ON EPHEMEROPTERA AND PLECOPTERA IN PERUGIA

Nei giorni 5-11 agosto 2001 si è svolto a Perugia il Congresso Internazionale IJM relativo ad Efemerotteri e Plecotteri. Splendidamente organizzato dalla professoressa Elda Gaino e dai suoi collaboratori, il congresso ha visto la partecipazione di circa centotrenta iscritti provenienti da trentacinque Paesi. La formula di quest'anno prevedeva in generale sessioni miste, in cui i partecipanti, specialisti in effimere o plecotteri, potevano incontrare argomenti comuni quali biodiversità, biogeografia, ecologia, fisiologia e conservazione. Non sono tuttavia mancate sessioni specialistiche dedicate alla sistematica ed alla tassonomia di questi ordini di insetti tanto importanti nelle dinamiche ecologiche dei sistemi d'acqua dolce. La settimana è trascorsa velocemente, in un susseguirsi di occasioni di incontro e approfondimento animate dalla presenza dei più grandi 'nomi' della ricerca specialistica mondiale e dall'elevato numero di comunicazioni orali e posters. I partecipanti sono venuti a conoscenza delle recenti scoperte, relative per esempio alle dinamiche migratorie lungo le aste fluviali, alle implicazioni evolutive e biogeografiche di alcuni approfondimenti morfologici, alle strategie necessarie per la conservazione e la tutela di taxa minacciati. Oltre a temi particolari, quali il notevole impatto ambientale che in alcuni paesi tropicali può avere anche il turismo 'verde', l'esistenza in Nuova Zelanda di ninfe di plecotteri semi-terrestri che, poste in acqua, ne rifuggono velocemente, o la necessità di campionare con particolare attenzione nei reticoli idrografici dell'Africa tropicale (per i coccodrilli...), dai lavori del congresso è emerso anche quanto sia necessario intensificare lo sforzo di ricerca in Europa, dove nuovi taxa vengono scoperti ogni anno ed interi gruppi necessitano di urgenti revisioni. La gita sociale ha consentito di vedere 'all'opera' sullo stesso tratto di torrente specialisti di tutto il mondo, in un'atmosfera di entusiasmo e cameratismo suggellata dalla cena sociale, nella splendida cornice del chiostro della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia.

Stefano Fenoglio



Il progetto PASCALIS

Diana Galassi¹

1 Università dell'Aguila, Dip. di Scienze Ambientali, Via Vetoio, Coppito - 67100 L'Aguila.

Il 19 dicembre 2001 la Commissione Europea ha approvato il finanziamento del progetto PASCA-LIS (Protocols for the ASsessment and Conservation of Aquatic LIfe in the Subsurface) afferente al V Programma Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo Tecnologico (FP5 RTD), Programma Tematico Energia, Ambiente e Sviluppo Sostenibile (EESD), Key Action 2 (Global Change, Clima e Biodiversità), Tema 2.2.3 (Valutazione e Conservazione della Biodiversità).

Il progetto si propone di definire strategie di valutazione e conservazione della fauna acquatica sotterranea, utili a fornire alla Commissione Europea le linee-guida per emanare raccomandazioni ai governi nazionali, tese ad una più efficace tutela della biodiversità nell'ambiente acquatico sotterraneo.

IL PROGETTO

Nonostante l'attenzione richiamata dalla Convenzione di Rio (1992) sulla progressiva e irrecuperabile perdita di biodiversità, quella relativa agli habitat sotterranei è stata generalmente trascurata. Eppure le acque sotterranee comprendono quasi tutti i principali gruppi tassonomici presenti nelle acque superficiali ed ospitano un impressionante numero di specie filogeneticamente isolate. Le comunità sotterranee sono perciò una delle più preziose eredità della terra. Il loro elevato livello di endemismo rende particolarmente alto il rischio d'estinzione conseguente a disturbi antropici.

Se si escludono i ghiacciai, le acque sotterranee sono anche la più grande riserva di acque dolci del pianeta (97%); eppure la quasi totalità degli studi è stata condotta sul restante 3%, le acque superficiali (laghi, fiumi, zone umide). Vi è una crescente consapevolezza che le acque sotterranee, non sono solo una riserva di acqua potabile, ma anche ecosistemi critici e che la tutela della qualità delle acque sotterranee e la conservazione della loro biodiversità sono obiettivi convergenti.

I due principali ostacoli all'adozione di un'efficace politica di protezione della biodiversità delle acque sotterranee sono le attuali limitate conoscenze su tale biodiversità e la mancanza di strategie di conservazione razionali.

Il progetto PASCALIS è un approccio integrato alla biodiversità che considera una vasta gamma di habitat di acque sotterranee, comprende la maggioranza dei gruppi tassonomici in esse viventi e applica differenti approcci (dal morfologico al molecolare) per la stima della biodiversità. Lo scopo ultimo del progetto è stabilire un protocollo rigoroso e dettagliato per stimare la biodiversità delle acque sotterranee e sviluppare strumenti operativi per la sua conservazione.

Il progetto, che coinvolge un gruppo di ricercatori di varie discipline (biologia, tassonomia, ecologia, idrogeologia, geografia, socioeconomia), ha sviluppato un piano di lavoro con l'obiettivo di migliorare le nostre conoscenze per la stima della biodiversità nelle acque sotterranee dell'Europa meridionale e fornire ai decisori informazioni aggiornate e validate sulle strategie e le priorità di conservazione, onde metterli in grado di compiere le scelte più appropriate.

L'intento del progetto è di lavorare in contatto permanente con gli utilizzatori finali (gestori delle risorse idriche e degli habitat naturali, addetti al controllo delle acque, pubblico), in modo da soddisfare le domande sociali emergenti. La crescente consapevolezza del pubblico e dei gestori è uno degli obiettivi collaterali, ma allo stesso tempo centrali, del progetto.

Il piano di lavoro del progetto, che comprende dieci filoni di ricerca fondamentali logicamente collegati, è così suddiviso:

- supporto, gestione e organizzazione del progetto;
- costruzione di un canale di comunicazione tra il progetto e una vasta gamma di utenti finali;
- costruzione di un database europeo della distribuzione dei taxa, orientato alla conservazione;
- 4. sviluppo di uno schema di campionamento stratificato, basato sull'approccio gerarchico degli ecosistemi delle acque sotterranee, per sei regioni geografiche

- distribuite lungo un gradiente;
- raccolta di dati biologici ed ambientali sul campo, nelle regioni prescelte;
- identificazione sistematica ed elenchi faunistici per la stima della biodiversità regionale;
- 7. identificazione delle specie criptiche e delle linee filetiche;
- 8. individuazione di indicatori e di modelli di biodiversità;
- sviluppo di strumenti di valutazione e consolidamento della predittività ed affidabilità del database;

10. sviluppo di un insieme di raccomandazioni e priorità per un Piano d'Azione europeo per la conservazione della biodiversità nelle acque sotterranee.

In questo modo il progetto intende fornire un insieme di strumenti unificato per stimare, predire e conservare la biodiversità delle acque sotterranee a scala europea.

L'Università dell'Aquila sarà responsabile dello svolgimento della ricerca in Italia, nonché, a livello internazionale, della gestione di specifici 'Workpackages' all'interno del Progetto stesso, avvalendosi della collaborazione scientifica di stimati ricercatori e professionisti in campo ambientale (Dr. Fabio Stoch, Dr.ssa Beatrice Sambugar, SARECO).

Il progetto è aperto alla più ampia collaborazione di tutti: gestori delle risorse idriche, addetti al controllo, ricercatori, pubblico. Gli interessati possono contattare la dr.ssa Diana Maria Paola Galassi (diana.galassi@aquila.infn.it), responsabile scientifico per l'Italia.

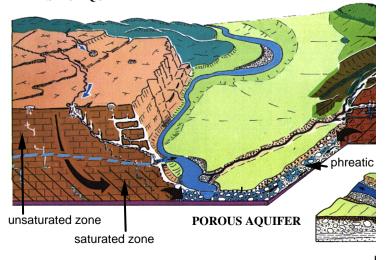
Informazioni sul progetto

Coordinatore: Prof Janine GIBERT, Université Claude Bernard Lyon 1, Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystemes Fluviaux, Bat 403 - FOREL, 43 boulevard du 11 novembre 1918 - 69622 Villeurbanne Cedex - FRANCE

Partecipanti:

Abbreviazione	Nome del laboratorio	Paese	Responsabile
UCBL/CNRS	University of Lyon1/CNRS, France	FR	J. Gibert (gibert@univ-lyon1.fr)
ECOTOUL	University/CNRS of Toulouse, France	FR L. Deharveng (deharven@cict.fr)	
UNIVAQ	University of l'Aquila, Italy	I	$D. \ Galassi\ (diana.galassi@aquila.infn.it)$
UNI-LJ-BF	University of Ljubliana, Slovenia	S	B. Sket (b.sket@Uni-Lj.si)
BIB	National Institute of Biology of Ljubliana, Slovenia	S	A. Brancelj (anton. brancelj@Uni-Lj.si)
MNCN	Museo Nat. de Ciencas Naturales de Madrid, Spain	S	$A.\ Camacho \left(mcnac22\ @mncn.csic.es\right)$
IRScNB/KBIN	Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique	В	$P.\ Martin\ (martin@\ kbinirsnb.be)$

KARSTIC AQUIFER



(Groundwater Hydrobiology and Ecology Laboratory, Lyon, France, 1995)

Dizionario di frasi utili, ad uso del ricercatore

Queste frasi ci sono state passate da un collega che, a sua volta, le ha ricevute da un altro collega... In altre parole, non sono originali. Riportiamo dal dizionario tascabile alcuni brani scelti, con l'intento di aiutare i ricercatori nella stesura degli articoli scientifici.



È noto da tempo ... Non conosco il riferimento originale.

È evidente una chiara tendenza

I dati sono privi di significatività statistica.

Di grande interesse teorico e pratico ...

Interessanti per me.

Sebbene non sia stato possibile fornire una risposta definitiva a queste domande ...

L'esperimento non ha avuto successo, ma spero ugualmente che venga pubblicato.

Tre di questi campioni sono stati scelti per uno studio dettagliato

I risultati degli altri campioni sono privi di senso.

Risultati tipici sono mostrati nella figura ...

Sono mostrati i migliori risultati.

Questi risultati saranno presentati in un successivo lavoro ...

Potrò occuparmene qualora vi sia costretto.

I risultati più attendibili sono quelli ottenuti da Jones ...

Si tratta del mio assistente.

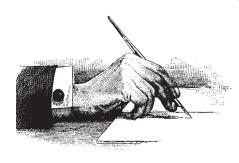
Si ritiene che ...

Io penso che ...

Vi è largo accordo sul fatto che ... Un altro paio di persone la pensa così.

Saranno necessarie altre approfondite indagini per raggiungere la piena comprensione del fenomeno ...

Non l'ho capito.



È corretto nell'ambito di un ordine di grandezza ...

È sbagliato.

È auspicabile che questo studio stimoli ulteriori indagini in questo campo ...

Questo lavoro è scadente, ma lo sono anche altri su questo misero argomento.

Si ringraziano John Blotz per l'assistenza nell'esperimento e Gary Frink per l'utile discussione ...

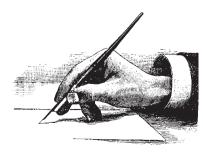
Blotz ha svolto il lavoro e Frink mi ha spiegato il suo significato.

Un'attenta analisi dei dati ottenibili ...

Tre pagine di appunti sono andate perdute quando sono crollato su un boccale di birra.

Una proiezione statisticamente orientata del significato di questi risultati ...

Pura supposizione.



Informazione & Documentazione

Il Servizio forestale del Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti incentiva varie pratiche di tutela del suolo e di manutenzione del territorio. Si riproducono alcune brevi note rivolte ai coltivatori per mostrare loro i vantaggi e le indicazioni delle fasce tampone boscate riparie (n.d.r.)

Fasce tampone: conservazione ragionevole

Pubblicazione del Natural Resource Conservation Service (NRCS) e del National Conservation Buffer Team (Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti)

Le fasce tampone sono un metodo di conservazione ragionevole per proteggere il tuo bene più prezioso (il suolo) e dimostrare la tua personale sensibilità alla conservazione. In più, il *Programma permanente di sottoscrizione*, le rende economicamente attraenti.

La rendita annua finanziata è basata sulla produttività del tipo di suolo e sul prezzo medio d'affitto del terreno non irriguo di analoghe caratteristiche.

Per siepi frangivento, solchi inerbiti, strisce filtro e fasce tampone riparie è previsto un ulteriore incentivo del 20%; per le aree di protezione delle sorgenti l'incentivo è del 10%. Per i nuovi impianti, sono forniti contributi fino al 50% dei costi di realizzazione, per le seguenti voci: preparazione del sito, copertura vegetale temporanea fino all'affermazione della copertura permanente, livellamento o rimodellamento del suolo, semi, alberi, arbusti, pacciamatura plastica, irrigazione, recinzione.

Puoi sottoscrivere in qualunque giorno il *Programma permanente di sottoscrizione* all'ufficio locale del dipartimento dell'agricoltura: la tua proposta sarà automaticamente accolta, purché soddisfi i requisiti richiesti.

Le fasce filtro, i margini dei campi, le fasce riparie erbacee, arbustive o arboree, le fasce frangivento, le cinture rifugio per la fauna, sono tutti esempi di fasce tampone d'interesse conservazionistico. Per massimizzarne l'efficacia, le fasce tampone devono essere combinate con altre pratiche di aratura, concimazione e di lotta integrata ai patogeni di provata efficacia convervazionistica.

TIPI DI FASCE TAMPONE

Sebbene i diversi tipi di fasce tampone possano avere denominazioni differenti in diverse regioni, essi svolgono le stesse funzioni: migliorano la qualità delle acque superficiali e sotterranee, riducono l'erosione dei suoli agricoli e delle sponde, proteggono le colture e forniscono cibo, rifugio ed habitat per il bestiame, la fauna selvatica e l'ittiofauna.

BARRIERE SCHERMANTI E SIEPI FRANGIVENTO

Una o più file di alberi, arbusti o altre piante usate per ridurre l'erosione eolica, proteggere le giovani colture e attenuare le raffiche di neve. Le barriere schermanti forniscono anche un'eccellente protezione per la fauna selvatica, il bestiame, le case e gli edifici aziendali. Le siepi frangivento sono del tutto simili, ma collocate lungo il perimetro dei campi coltivati o all'interno di essi.

RECINZIONI VIVE PER NEVE

Simili alle precedenti, svolgono la funzione addizionale di ausilio alla gestione dei depositi di neve per proteggere costruzioni, strade ed altre proprietà. Possono essere progettate ed impiantate per proteggere le adiacenti aree per il bestiame, fornire rifugio alla fauna selvatica e accumularvi la neve per migliorare l'umidità del suolo e le riserve idriche locali.

STRISCE ERBACEE PERIMETRALI

Strette strisce di vegetazione perenne realizzate trasversalmente al pendio di un terreno coltivato, alternate a strisce coltivate. Se correttamente realizzate e mantenute, possono ridurre l'erosione del suolo e il trasporto di sedimenti e di altri contaminanti dilavati dalle acque, nonché fornire habitat per la fauna selvatica.

FASCE TAMPONE RIPARIE

Impianti arborei, arbustivi ed erbacei lungo le sponde: possono intercettare contaminanti sia dalle acque superficiali, sia da quelle sotterranee, prima che questi raggiungano un corso d'acqua, contribuendo al risanamento di corsi d'acqua alterati.

STRISCE FILTRO

Strisce erbacee utilizzate per intercettare o intrappolare sedimenti, composti organici, pesticidi ed altri inquinanti potenziali prima che raggiungano un corpo idrico.

SOLCHI INERBITI

Strisce erbacee seminate in terreni agricoli dove le acque si concentrano o fluiscono via dai coltivi. Sebbene svolgano la funzione primaria di prevenire l'erosione incanalata, possono essere combinate con

strisce filtro per intrappolare contaminati o sedimenti terrosi.

VEGETAZIONE ALOTOLLERANTE

Particolari aree piantate con vegetazione capace di crescere in ambienti con elevata concentrazione salina e capaci di ridurre l'infiltrazione salina.

STRISCE-TRAPPOLA TRASVERSALI AL VENTO File di vegetazione perenne di varia larghezza, piantate perpendicolarmente alla direzione del vento prevalente. Possono efficacemente prevenire l'erosione eolica nelle aree coltivate con elevate velocità medie del vento.

STAGNI PER LA FAUNA SELVATICA

Aree con acque poco profonde entro o presso i coltivi, protette da

vegetazione perenne erbacea, arbustiva ed arborea. Sono aree vitali per migliorare l'habitat per la fauna selvatica.

AREE DI PROTEZIONE DELLE SORGENTI

Anche le aree comprese nel raggio massimo di 650 m da una sorgente pubblica possono godere degli incentivi del programma permanente del dipartimento dell'agricoltura. Le aree circolari possono essere "squadrate", per eliminare andamenti insoliti dei confini, fino ad un massimo di 367 acri.

Altri tipi di aree tampone includono:

Bordure campestri – aree erbacee seminate lungo i bordi o le estremità dei coltivi.

Sentieri coltivati - strisce di cereali

piantate tra filari di grandi alberi.

Barriere frangivento erbacee – strisce erbacee perenni disposte trasversalmente alla direzione prevalente del vento.

Barriere vegetali – strette strisce permanenti di vegetazione densa, alta, eretta e rigida, disposte parallelamente e perpendicolarmente alla pendenza dominante del terreno.

Altri programmi utili:

Programma di incentivi alla qualità ambientale.

Programma di incentivazione degli habitat per la fauna selvatica.

Programma per le zone umide. Programma di incentivi alla conduzione dei terreni.

n. 3, gennaio 1997



Agroforestry Notes

USDA Forest Service, Rock Mountain Station · USDA Natural Resources Conservation Service

Fasce tampone riparie per le aree agricole

Mike Dosskey, National Agroforesty Centre; Dick Schultz and Tom Isenhart, Iowa State University, Department of Forestry

FINALITÀ

- Fornire una definizione di fascia riparia tampone.
- Illustrare i benefici che la fascia riparia può procurare al paesaggio agricolo.
- Individuare le situazioni in cui può essere consigliabile costituire le fasce riparie.

DEFINIZIONE

La fascia tampone riparia è la porzione di territorio adiacente a corsi d'acqua, laghi e zone umide, in cui viene piantata vegetazione perenne (canneto, cespugli, alberi) per migliorare e proteggere gli ambienti acquatici dall'impatto provocato dalle attività agricole.

BENEFICI PER GLI AMBIENTI ACQUATICI E LE RISORSE IDRICHE

• Stabilizzazione delle rive in erosione

Problema: l'erosione ed il collasso delle rive, se si protraggono nel tempo in modo incontrollato, possono causare la perdita di prezioso suolo agricolo. Il terreno eroso dalle rive sedimenta all'interno dell'alveo, danneggia l'habitat acquatico, degrada la qualità delle acque destinate ad uso idropotabile e provoca l'interrimento di zone umide, laghi e stagni.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: i fusti delle piante smorzano la forza erosiva della corrente e delle onde, mentre gli apparati radicali trattengono il suolo.

Efficacia: le fasce riparie sono efficaci in piccoli corsi d'acqua e laghi; sono, invece, poco efficaci nei fiumi di maggiori dimensioni e con regime torrentizio, dotati di accentuata capacità erosiva.

Filtrazione dei sedimenti dilavati dai terreni agricoli

ti danneggia l'habitat nei corsi d'acqua, deteriora la qualità delle acque destinate ad uso idropotabile, colma zone umide, laghi e stagni. Benefici derivanti dalle fasce riparie: i fusti delle piante, disperdendo le acque di ruscellamento superficiale e rallentandone la velocità, favoriscono la sedimentazione dei solidi sospesi. Le radici stabi-

Problema: l'accumulo di sedimen-

lizzano i sedimenti intrappolati e consolidano il suolo delle sponde. Efficacia: le fasce riparie sono potenzialmente valide soprattutto per trattenere sedimento di granulometria consistente come sabbia, aggregati di suolo, residui del raccolto. Generalmente sono meno efficaci per i sedimenti argillosi. Per mantenere l'efficacia della fascia riparia come trappola di sedimenti può essere necessaria la rimozione periodica dei sedimenti accumulatisi nel tempo.

Filtrazione di nutrienti, pesticidi e liquami zootecnici dilavati dalle aree agricole

Problema: un alto livello di contaminanti degrada la qualità delle acque ad uso idropotabile e degli ambienti acquatici. In particolare, nitrati e pesticidi possono essere tossici per l'uomo e per gli organismi acquatici; microrganismi fecali ed altri batteri, presenti nei liquami zootecnici, possono causare infezioni; i fosfati possono favorire fioriture algali che "soffocano" i pesci ed altri organismi acquatici.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: i solidi sospesi veicolati dai liquami e i contaminati ad essi adesi vengono filtrati e rimossi per sedimentazione. L'assorbimento dei contaminanti solubili e la loro metabolizzazione, da parte di piante e microrganismi del suolo, sono favoriti dalla migliorata infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale e dalla rigogliosa crescita della vegetazione. Allo stesso modo, gli inquinanti solubili possono essere rimossi anche dallo strato superiore della falda freatica. Le acque di ruscellamento non riuscirebbero a dilavare fertilizzanti, pesticidi o liquami zootecnici che fossero applicati nella fascia tampone, mentre quelli che vi giungono dilavati dai terreni agricoli adiacenti, sono diluiti dalle piogge all'interno delle fasce riparie tampo-

Efficacia: potenzialmente valide per trattenere liquami, solidi sospesi e microrganismi, nutrienti e pesticidi adesi ai sedimenti. Generalmente meno efficaci per nutrienti e pesticidi disciolti, sebbene, in condizioni di zona umida, si possa ottenere una eccellente rimozione di nitrati da acque freatiche poco profonde. Inefficaci sugli inquinanti drenati

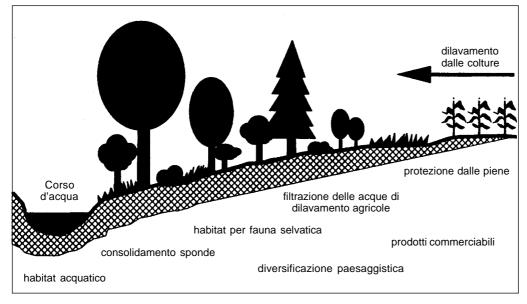


Fig. 1. Benefici forniti da una fascia riparia.

attraverso tubazioni, solchi o fossi che attraversano la fascia tampone (ovviamente, n.d.t.). Laddove i carichi di nutrienti siano elevati, può essere richiesta una periodica potatura della vegetazione: in questo modo si asportano i nutrienti assorbiti dalla vegetazione e, con la sua vigorosa ricrescita, si favorisce un ulteriore assorbimento dei nutrienti. Laddove il carico dei sedimenti accumulati nella fascia riparia sia elevato, la loro periodica rimozione aiuta a prevenire la formazione di solchi, lungo i quali le acque -col loro carico di contaminanti- possono scorrere attraverso la fascia tampone senza subire un'adeguata filtrazione.

Ombreggiamento, ricoveri e cibo per i pesci ed altri organismi acquatici.

Problema: canali spogli, non ombreggiati, carichi di sedimento costituiscono habitat poveri per i pesci ed altri organismi acquatici.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: l'ombreggiamento riduce l'intensità luminosa e la temperatura dell'acqua. La lettiera proveniente dalle piante, come pure gli insetti e altri invertebrati in essa contenuti, sono cibo per i pesci. Il detrito grossolano e le radici possono fornire rifugi stabili per gli organismi acquatici.

Efficacia: potenzialmente valide per piccoli torrenti e laghi. L'ombreggiamento è particolarmente importante per allevamenti di pesci di acque fresche situati nelle regioni più calde. L'effettivo controllo della temperatura dell'acqua può dipendere dall'estensione complessiva delle fasce riparie nel bacino idrografico.

BENEFICI PER L'AMBIENTE TERRESTRE

Habitat naturali

Problema: l'eccessiva estensione delle superfici coltivate può provocare la scarsità di rifugi e cibo per la selvaggina, uccelli canori e altra fauna selvatica, specialmente in inverno.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: la vegetazione riparia perenne fornisce cibo e varietà di rifugi per la fauna selvatica.

Efficacia: molto valida per gli animali più piccoli, secondo il tipo di vegetazione. Tratti di zone tampone collegati tra loro costituiscono corridoi per la fauna selvatica, migliorando notevolmente l'habitat per gli animali di grossa taglia.

• Prodotti economici

Problema: la costruzione delle fasce riparie comporta la sottrazione di terreni all'uso agricolo e richiede un costo aggiuntivo per la sua realizzazione.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: le fasce riparie producono continuativamente un raccolto di legname, fibre, fieno, nocciole, frutti e bacche.

Efficacia: variabile, dipendente dal mercato per i prodotti e dai costi addizionali associati alla raccolta.

• Diversificazione paesaggistica delle aree agricole

Problema: le estensioni di terra coltivata possono presentare la diversità paesaggistica più bassa riscontrabile in natura.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: strisce di alberi, arbusti e canneti rompono la monotonia visiva del paesaggio agricolo. Alberi sempreverdi o decidui e arbusti possono procurare diversità cromatica, soprattutto in certe stagioni.

Efficacia: potenzialmente valido. Dipende anche dai gusti personali.

Protezione dei raccolti dalle inondazioni

Problema: inondazioni causate da

forti eventi alluvionali possono erodere preziose aree agricole e depositare detriti nei campi.

Benefici derivanti dalle fasce riparie: le piante riducono la velocità delle acque d'inondazione ed il loro potere erosivo, impedendo che il detrito trasportato dai fiumi invada i coltivi e i pascoli. Le radici consolidano le rive dei corsi d'acqua e trattengono il suolo delle fasce riparie. Fasce riparie estese a livello di bacino idrografico possono ridurre i picchi di piena.

Efficacia: potenzialmente valide; dipende dal tipo di vegetazione utilizzata e dall'estensione delle fasce all'interno del bacino.

DOVE COSTRUIRE LE FASCE

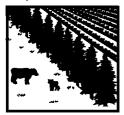
- Situazioni agricole in cui le fasce riparie possono essere prese in considerazione:
- Coltivazioni estensive, terreni da pascolo, recinti per il bestiame.
- In ogni caso in cui il proprietario delle terre desidera uno qualunque dei benefici procurati dalle fasce riparie tampone, o necessita di essi.
- Laddove un livello accettabile di benefici può derivare a costi accettabili per il proprietario delle terre o per il grande pubblico.

Bibliografia utile

Shultz R.C., Isenhart T.M., e Coletti J.P., 1995. Riparian Buffer Sustems in Crop and Rangelands. In Agroforestry and Sustainable Systems: Symposium Proceedings. USDA Forest Service General Technical Report RM-GTR-261.

Steward of Our Sreams: Riparian Buffer Systems. Iowa State University Extension Bullettin, Pm-1626a/ January 1996.

n. 4, Gennaio 1997



Agroforestry Notes

USDA Forest Service, Rock Mountain Station · USDA Natural Resources Conservation Service

Come progettare una fascia tampone riparia per le aree agricole

Mike Dosskey, National Agroforesty Centre; Dick Schultz and Tom Isenhart, Iowa State University, Department of Forestry

SCOPO

Individuare le quattro fasi basilari da seguire nella progettazione di una fascia tampone riparia

FASI DI PROGETTAZIONE

- 1) Definire chiaramente i benefici richiesti;
- Individuare i tipi di vegetazione più adatti per conseguirli;
- 3) Definire l'ampiezza minima accettabile della fascia tampone;
- 4) Sviluppare un piano di realizzazione e manutenzione.

PRIMA FASE

• Definire i benefici richiesti

Individuare quali sono i problemi nella zona che una fascia tampone può aiutare a risolvere. Se state prestando assistenza ad un proprietario, utilizzate queste informazioni per aiutare il proprietario stesso a diventare consapevole di tutti i possibili benefici che una fascia tampone può apportare. Per esempio, potreste osservare:

- · erosione inaccettabile delle rive;
- campi coltivati, allevamenti o pascoli lungo il corso d'acqua;
- fioriture algali o eccessiva torbidità dell'acqua;
- · mancanza di ombreggiamento e

- di habitat importanti per l'ittiofauna, come rami e tronchi incassati in alveo;
- scarsità di habitat per la fauna selvatica;
- bassa diversità vegetazionale nel territorio circostante;
- presenza di colture in un'area esondabile.

Successivamente, stabilite ciò che il proprietario desidera ottenere da questa zona. Questa informazione può essere in forma di problemi che il proprietario vuole risolvere (es. "Voglio fermare l'erosione delle rive") oppure di condizioni che il proprietario vuole realizzare (es. "Voglio incrementare la fauna selvatica").

Quindi, stabilite la scala delle priorità del proprietario. Per esempio, una priorità di grado elevato ("devo fermare l'erosione delle rive"), ed una di grado minore ("sarebbe bello avere anche più fauna selvatica"). Fate attenzione che potrebbero esserci problemi risolvibili da una fascia tempone e che il proprietario non ha interesse a conseguire. Potrebbero esserci altri pro-

Tab. 1. Efficacia relativa di differenti tipi di vegetazione in relazione a specifici vantaggi.

	Tipo di vegetazione			
Beneficio	Erbacea	Arbustiva	Arborea	
Stabilizzazione delle sponde erose	bassa	alta	alta	
Filtrazione dei sedimenti	alta	bassa	bassa	
Filtraz. di nutrienti, pesticidi, microganis	mi:			
legati ai sedimenti	alta	bassa	bassa	
in soluzione	media	bassa	media	
Habitat acquatici	bassa	media	alta	
Habitat per la fauna selvatica:				
fauna di aree aperte/pascolo/prateria	alta	media	bassa	
fauna forestale	bassa	media	alta	
Prodotti di valore economico	media	bassa	media	
Diversità paesaggistica	bassa	media	alta	
Protezione dalle piene	bassa	media	alta	

blemi, come l'erosione severa delle sponde, che una fascia tampone non può risolvere.

SECONDA FASE

Individuare i tipi di vegetazione più adatti per ottenere i benefici richiesti

Ci sono tre principali tipi di vegetazione: erbosa (incluse dicotiledoni infestanti), arbustiva e arborea. Ciascun tipo può apportare certi benefici meglio degli altri. La tabella 1 confronta l'efficienza dei tre tipi di vegetazione nel conseguire alcune specifiche funzioni fornite da una fascia tampone riparia in aree agricole.

TERZA FASE

• Definire l'ampiezza minima accettabile della fascia tampone

L'ampiezza minima accettabile è quella che garantisce livelli accettabili di tutti i benefici richiesti ad un costo accettabile. L'ampiezza minima accettabile è determinata da quel beneficio specifico che richiede l'ampiezza maggiore.

La figura 1 mostra un confronto generale tra le diverse ampiezze della fascia tampone per ottenere un buon livello di ciascun beneficio ricercato. Per la maggior parte dei benefici, le informazioni dal mondo della ricerca sono limitate; quindi le ampiezze riportate nella figura rappresentano le nostre stime migliori. L'ampiezza richiesta può variare grandemente in funzione della condizione del sito, del tipo di vegetazione e degli obiettivi del proprietario, come spiegato sopra.

Stabilizzazione delle rive erose
Sui corsi d'acqua più piccoli e
sui laghi, per un buon controllo
dell'erosione può essere sufficiente la copertura arboreo-arbustiva della sola sponda. Una fascia

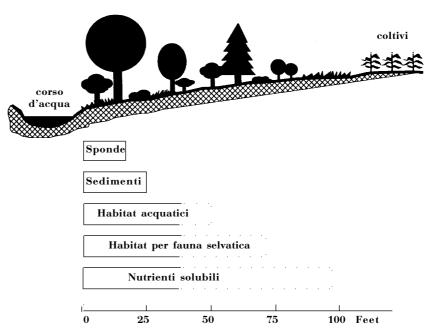


Fig. 1. Stime della larghezza della fascia tampone necessaria a soddisfare un buon livello di ciascun tipo di beneficio.

tampone più estesa, oltre la sponda, è necessaria dove vi è un'erosione più attiva. Un'erosione severa nei fiumi più ampi richiederà particolari interventi ingegneristici di stabilizzazione e protezione spondale.

Filtrazione dei sedimenti e dei contaminanti ad essi legati, provenienti dal dilavamento di aree agricole

Per pendenze inferiori al 15%, la maggior parte della deposizione di sedimento avviene entro una fascia tampone erbosa ampia 75-100 m. Ampiezze maggiori possono essere richieste nel caso di fasce di vegetazione arbustiva ed arborea, di pendenze più elevate, o di carichi di sedimenti particolarmente elevati.

Filtrazione di nutrienti e pesticidi solubili provenienti dal dilavamento di aree agricole

Nel casi di pendenze eccessive o di suoli poco permeabili, per ottenere una capacità sufficiente di infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale e l'assunzione di nutrienti e pesticidi da parte della vegetazione e dei microrganismi possono essere necessarie ampiezze fino a 300 m o più. La diluizione delle acque di ruscellamento ricche di contaminanti da parte della pioggia che cade sulla fascia tampone e direttamente proporzionale all'ampiezza della fascia tampone stessa.

Ombreggiamento, riparo e cibo per gli organismi acquatici

Per le riserve di pesca di acque a ciprinidi possono essere sufficienti fasce tampone molto ristrette. Per un adeguato ombreggiamento e controllo della temperatura di acque a salmonidi in regioni calde, invece, possono essere necessarie fasce arboree larghe fino a 300 m.

Habitat per la fauna selvatica
 La larghezza richiesta della fascia tampone è strettamente di

pendente dalle specie che si intende promuovere. Per esempio, gli Standard NRCS del Nebraska richiedono un minimo di 15 m di tappeto erboso per promuovere la cacciagione ornitica montana. In generale, gli animali di maggiori dimensioni, in particolare le specie di foresta, richiedono un'ampiezza minima maggiore. Ampiezze minori possono essere accettabili dove si desideri realizzare un corridoio ecologico per collegare tra loro aree più ampie di habitat idonei.

· Prodotti di valore economico

L'ampiezza minima richiesta è fortemente dipendente dal raccolto desiderato e dalla sua gestione. Nel determinare l'ampiezza della fascia tampone, dal punto di vista economico devono essere prese in considerazione anche le possibilità di incentivi fiscali e dei programmi di contributi finanziari.

Diversificazione visiva del paesaggio agricolo

L'ampiezza richiesta per ottenere una diversità visiva dipende interamente dall'opinione del proprietario.

· Protezione delle colture dai danni delle piene

I corsi d'acqua minori possono richiedere solo una stretta fascia di alberi o arbusti per proteggere adeguatamente le colture dai danni delle piene. Un corso d'acqua più ampio o un fiume possono richiedere una fascia tampone che ricopre una rilevante porzione della piana alluvionale.

QUARTA FASE

Sviluppare un piano di realizzazione e manutenzione

Una volta definiti i tipi di vegetazione e l'ampiezza, è necessario sviluppare un progetto di realizzazione e manutenzione per ottenere il successo dell'attecchimento e benefici duraturi. Alcune considerazioni generali sono elencate di seguito.

Impianto:

- Utilizzate la conoscenza della realtà locale per selezionare le specie vegetali più adatte a ciascuna situazione. Preferite le specie facilmente reperibili, di rapido attecchimento e di rapida crescita nelle condizioni locali.
- L'ampiezza della fascia tampone può essere variata per raddrizzare i confini delle coltivazioni lungo i corsi d'acqua meandriformi.
- Se possibilie, includete nel progetto della fascia tampone la vegetazione perenne già esistente, dal momento che la massima efficacia di alcuni benefici, come l'ombreggiamento e la stabilizzazione delle rive da parte degli alberi, è fornita solo da esemplari maturi. Inoltre l'utilizzo della vegetazione esistente riduce i costi di installazione ed il rischio di un totale fallimento dell'impianto.
- Prima della messa a dimora delle piante, può essere necessaria l'aratura o l'applicazione di erbicidi.
- Quando si voglia realizzare una fascia arboreo-arbustiva su suoli nudi può essere necessaria la semina di erbacee pioniere per stabilizzare il suolo e tenere sotto controllo la germinazione di altri semi, fino a che la vegetazione arborea ed arbustiva si sono affermate.
- Per ottenere un adeguato insediamento della vegetazione possono essere necessari alcuni reimpianti.

Manutenzione:

· Finché gli alberi e gli arbusti

- non raggiungono dimensioni sufficienti, è spesso necessario il controllo delle specie erbacee in competizione. A tale scopo sono buoni metodi lo sfalcio e la pacciamatura; l'aratura non è efficace. Gli erbicidi possono essere utili per controlli occasionali, posto che la loro etichettatura non ne proibisca l'utilizzo in prossimità dei corsi d'acqua.
- La pacciamatura può essere necessaria per la sopravvivenza iniziale di alberi e arbusti nelle regioni più aride.
- In alcuni luoghi può essere necessario proteggere i giovani impianti arborei ed arbustivi dalla fauna selvatica, quali cervi, conigli e castori.
- Nei casi in cui l'aratura dell'adiacente terreno agricolo, o i sedimenti intrappolati in una fascia con funzione di filtro delle acque di ruscellamento superficiale, abbiano portato alla formazione di un argine che impedisce un uniforme scorrimento superficiale attraverso la fascia tampone, si rende necessaria la rimozione degli accumuli di suolo.
- Per mantenere una crescita vigorosa delle piante, favorendo l'efficienza delle funzioni di filtro e di assorbimento dei nutrienti, può rendersi necessario il taglio periodico della vegetazione della fascia tampone, ricavandone prodotti commerciali.
- Il programma di mantenimento dovrebbe essere flessibile ed adattarsi ai programmi del proprietario.

Ulteriori informazioni

"Stewards of Our Streams: Riparian Buffer Systems." Iowa State University Extension Bulletin Pm-1626a/ January 1996. n. 5, gennaio 1997



Agroforestry Notes

USDA Forest Service, Rock Mountain Station · USDA Natural Resources Conservation Service

Fasce tampone riparie per i seminativi

Mike Dosskey, National Agroforesty Centre; Dick Schultz and Tom Isenhart, Iowa State University, Department of Forestry

SCOPO

- Presentare un progetto generale, multi-obiettivo, di fascia tampone riparia, adatta alla maggioranza dei terreni coltivati;
- Fornire alcune linee-guida per meglio adattare questo schema generale alle specifiche condizioni locali o esigenze dei proprietari.

SCHEMA GENERALE

Per facilitare il compito di sviluppare un nuovo progetto per ciascuna applicazione delle fasce tampone, viene presentato uno schema generale di struttura vegetale e di larghezza che può essere utilizzato con buoni risultati nella maggioranza dei seminativi. Questo schema multi-obiettivo può essere realizzato tal quale, o adattato per meglio soddisfare le esigenze specifiche del proprietario o le condizioni locali del sito.

Descrizione

Lo schema d'uso generale consiste di una fascia con copertura erbacea, arbustiva e arborea, larga 15 m, interposta tra il livello di piena abituale e i coltivi. Gli alberi, distanziati di 2-3 m, occupano la fascia di 6 m più vicina al corso d'acqua; seguono una fascia di 3 m di arbusti, distanziati 1-2 m, e una fascia erbacea larga 6 m, fino al margine dei seminativi.

Lo schema-tipo può essere di due file di alberi, due di arbusti e 6 m di prato. L'utilizzo di un sesto d'impianto regolare per gli alberi e gli arbusti facilita le operazioni di manutenzione, come l'aratura e la pacciamatura. Questo schema richiede 1,5 ha per km di sponda (3 ha/km se è realizzato su entrambe le sponde).

Efficacia

Questo schema fornisce buoni risultati e l'equilibrio della maggior parte dei benefici delle fasce tam-

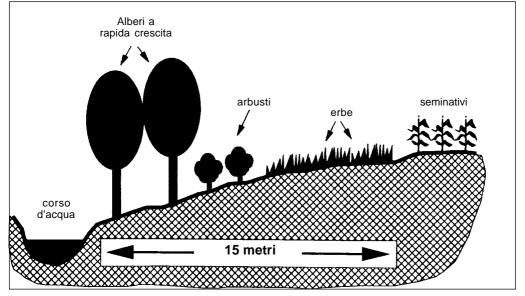


Fig. 1. Modello generale di fascia riparia multi-obiettivo, per aree a seminativo.

pone. Gli alberi e gli arbusti stabilizzano le sponde, migliorano l'ambiente acquatico e proteggono i coltivi dall'erosione delle piene e dal trasporto dei detriti. La fascia erbacea disperde e rallenta le acque di ruscellamento superficiale che dilavano i seminativi, promuovendo la sedimentazione dei solidi sospesi e l'infiltrazione dei nutrienti e dei pesticidi, assimilati dalla rigogliosa crescita della vegetazione e dei batteri del suolo. La vegetazione perenne fornisce habitat per la fauna selvatica e qualità paesaggistica al paesaggio agrario.

Questo schema può fornire solo un abbattimento parziale dei nutrienti e dei pesticidi dilavati dai coltivi e può rivelarsi insufficiente per il consolidamento spondale, nei casi di elevata capacità erosiva. Per la fauna selvatica, la realizzazione di fasce tampone su entrambe le sponde fornisce una larghezza effettiva di 30 m.

AGGIUSTAMENTI

Lo schema generale sopra descritto rappresenta un utile punto di partenza per sviluppare schemi progettuali più efficienti. Sono presentate di seguito diverse situazioni che richiedono aggiustamenti dello schema generale.

Aggiustamenti per ridurre i costi

Situazione: il proprietario non desidera investire sufficiente spazio, denaro o sforzo di gestione per soddisfare l'intera larghezza raccomandata per la fascia tampone.

Aggiustamento: si restringe la fascia tampone. L'agricoltore dovrà attendersi minori benefici, soprattutto per la fauna selvatica e per il controllo dei nutrienti e pesticidi. I benefici di una fascia stretta saranno comunque migliori della sua

assenza. Fasce più strette richiedono una più accurata scelta delle specie vegetali, per massimizzare i benefici.

Situazione: il proprietario vuole usufruire di contributi alle spese d'impianto o di incentivi fiscali.

Aggiustamento: secondo le necessità. I requisiti dei programmi federali e statali di incentivazione della conservazione della natura, della forestazione, o di altri interventi variano secondo il tipo di vegetazione, la larghezza minima e la gestione. Molti di questi programmi richiedono una superficie maggiore di quella fornita da una fascia tampone larga 15 m.

Aggiustamenti per accrescere i benefici generali

Situazione: il proprietario desidera raggiungere un maggior livello di benefici.

Aggiustamento: si allarga la fascia tampone. Ne beneficiano soprattutto la fauna selvatica e il controllo dei nutrienti e dei pesticidi. Occorre essere consapevoli che vi può essere un beneficio addizionale decrescente per ogni unità addizionale di larghezza, come si osserva abitualmente per la filtrazione dei sedimenti. La larghezza accettabile per il miglioramento estetico, come la diversità paesaggistica, dipende unicamente dall'opinione del proprietario.

Aggiustamenti alle condizioni del sito, in cui alcuni benefici non sono necessari

Situazione: corsi d'acqua effimeri, con risorse idriche trascurabili.

Aggiustamento: non sono necessari alberi e arbusti per fornire ombreggiamento, rifugio e lettiera vegetale. **Situazione**: il corso d'acqua o il lago ospitano pesci termofili.

Aggiustamento: non sono necessari alberi e arbusti per fornire ombreggiamento e controllo della temperatura, a meno che sussista la necessità di controllare le fioriture algali. Alberi e arbusti possono essere ancora necessari per fornire rami (cibo e rifugio).

Aggiustamenti per esaltare un beneficio prioritario su altri, a minor priorità

Situazione: esaltare il consolidamento spondale.

Aggiustamento: dedicare una maggior proporzione della fascia ad alberi e arbusti. Sui piccoli corsi d'acqua o laghi, può essere sufficiente una fascia più stretta. Ove vi siano processi erosivi attivi, possono essere piantati lungo la sponda alberi tolleranti l'inondazione, come i salici. Un'erosione spondale severa può richiedere interventi ingegneristici intensivi (vedi più avanti le Situazioni speciali).

Situazione: accrescere la filtrazione dei sedimenti dilavati dai terreni agricoli.

Aggiustamento: restringere la fascia tampone, incrementando al massimo la proporzione di fascia erbacea. Erbe dense e rigide sono più efficaci di quelle cespitose, corte e flessibili.

Situazione: accentuare la ritenzione di nutrienti e pesticidi, soprattutto delle forme solubili.

Aggiustamento: ampliare la fascia tampone ed incrementare la proporzione di alberi ed erbe a rapida crescita. Le erbe con apparato radicale profondo sono più efficaci di quelle con apparato radicale poco profondo.

Situazione: migliorare l'habitat per

la fauna selvatica di grossa taglia. Aggiustamento: ampliamento generale della fascia, accrescendo la proporzione di alberi e arbusti. Una maggior varietà di specie vegetali fornisce habitat ad una maggior varietà di animali.

Situazione: evitare l'eccessiva caduta di rami nel corso d'acqua o il danneggiamento delle sponde, causati dall'attraversamento della fascia da parte del vento.

Aggiustamento: sostituire gli arbusti con alberi, o invertire lo schema progettuale: ad esempio, arbusti presso la sponda ed alberi al centro della fascia tampone. Impiegare specie di alberi e arbusti resistenti al vento, con radici profonde. Questo accorgimento può essere utile su scarpate spondali larghe e ripide.

Situazione: massimizzare i prodotti commerciabili della fascia tampone.

Aggiustamento: aumentare la proporzione della fascia tampone piantata con la specie vegetale che fornisce il prodotto desiderato, ad es. erbe da fieno, alberi da fibra o da legname di pregio, arbusti da frutta dura e bacche. La distanza tra le piante va aggiustata per massimizzare la produzione. Ad es., ravvicinare gli esemplari per alberi da fibre e distanziarli per quelli da legname.

Situazione: migliorare la protezione dei seminativi dalle piene.

Aggiustamento: aumentare la proporzione di alberi e arbusti ben solidi e resistenti alle piene. I fiumi e i torrenti più larghi possono richiedere fasce tampone di maggior ampiezza.

Situazioni speciali

Situazione: necessità di arrestare un'erosione spondale rapida o severa.

Aggiustamento: per stabilizzare la sponda possono rendersi necessari interventi intensivi, "rigidi" o di ingegneria naturalistica, completati da una fascia tampone composta essenzialmente da alberi e arbusti. Questa situazione è più frequente nei torrenti instabili, profondamente incisi. Sebbene alberi e arbusti maturi possano prevenire l'erosione severa, è molto difficile reinsediarli, una volta che questa si è innescata.

Situazione: il proprietario desidera una fascia con alberi, con funzione frangivento.

Aggiustamento: piantare alberi strettamente ravvicinati, su una maggior proporzione della fascia tampone. L'efficacia dipenderà dall'orientamento della fascia tampone e dei coltivi rispetto alla direzione dei venti dominanti.

Ulteriori informazioni

"Stewards of Our Streams: Riparian Buffer Systems." Iowa State University Extension Bulletin Pm-1626a/ January 1996.

"Design and Placement of a Multi-Species Riparian Buffer Strip." R.C. Schultz, J.P. Colletti, T.M. Isenhart, W.W. Simpkins, C.W. Mize, and M.L. Thompson. Agroforestry Systems, Vol. 29, p. 201-226. 1995.

Il Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti incentiva varie pratiche di tutela del suolo e di manutenzione del territorio. Si riproduce la scheda di progetto di fasce tampone boscate riparie, da compilare per accedere ai finanziamenti pubblici (n.d.r.)



FASCE TAMPONE RIPARIE BOSCATE

Scheda di progetto 391: pratiche di conservazione

USDA (United States Department of Agriculture), Natural Resources Conservation Service, April 1997

Proprietario



DEFINIZIONE

Una fascia tampone riparia boscata è un'area di alberi e arbusti adiacente a fiumi, laghi, stagni e zone umide.

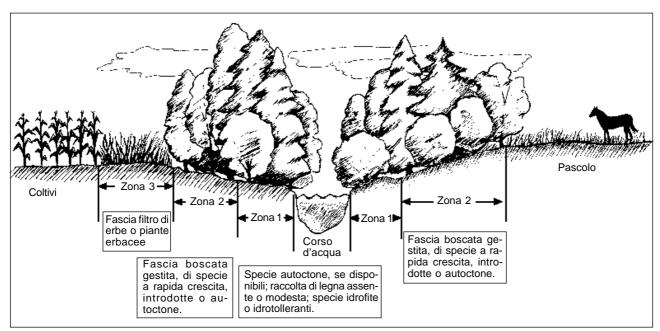
SCOPO

Fasce tampone riparie boscate d'ampiezza sufficiente intercettano sedimenti, nutrienti, pesticidi e altri composti veicolati dalle acque di ruscellamento e riducono il carico di nutrienti e altri inquinanti nelle acque di scorrimento ipodermico. La vegetazione legnosa fornisce cibo e rifugio alla fauna selvatica, contribuisce con l'ombreggiamento a rinfrescare le acque e rallenta la velocità delle acque d'esondazione. Inoltre, le foglie e i tronchi caduti dalla vegetazione più prossima all'alveo o al corpo idrico forniscono loro detriti vegetali importanti per gli organismi acquatici. Gli apparati radicali consolidano le sponde, proteg-

gendole dalla forza erosiva delle piene o del moto ondoso. Alcune specie messe a dimora o insediatesi nelle fasce riparie possono essere gestite per ricavarne legname, fibre vegetali e prodotti mangerecci.

DOVE USARLE

Le fasce tampone sono situate lungo corpi idrici permanenti o intermittenti: corsi d'acqua, laghi, stagni, zone umide e terreni fradici.



Una fascia tampone boscata riparia comprende la zona 1, l'area più vicina al corso o corpo idrico, e la zona 2, ad essa adiacente e sovrastante. Gli alberi e arbusti della zona 1 forniscono importanti habitat per la fauna selvatica, lettiera di foglie per gli organismi acquatici e ombreggiamento che riduce la temperatura delle acque. Questa zona contribuisce a stabilizzare le sponde e le rive. Gli alberi e arbusti della zona 2, assieme a quelli della zona 1, intercettano sedimenti, nutrienti, pesticidi e altri inquinanti dalle acque superficiali e ipodermiche. La zona 2 può essere gestita per la produzione di legname, fibre vegetali e prodotti mangerecci. Se sono prevedibili piene frequenti ed eccessive, erosione, trasporto di sedimenti dai campi adiacenti o dai versanti, va realizzata una terza zona. Questa –costituita generalmente di piante erbacee o di erbe e, se necessario, realizzata rimodellando il terreno– fornisce una "prima difesa" che assicura il buon funzionamento delle zone 1 e 2.

Molti di questi terreni, essendo umidi stagionalmente o per tutto l'anno, permettono un rapido attecchimento delle specie legnose. Sono molti i siti che possono trarre benefici in breve tempo dalla collocazione di nuova fascia riparia boscata: terreni coltivati, pascoli, foreste e aree urbane.

GESTIONE PER LA MANUTEN-ZIONE DEL TERRITORIO

L'impianto di fasce boscate riparie, assieme ad altre pratiche, fa parte degli abituali interventi di manutenzione del territorio. Ad esempio, gli interventi di protezione delle sponde o rive prevedono la loro stabilizzazione preventiva, o direttamente mediante l'impianto di fasce boscate adiacenti. Per assicurare la funzionalità di un imboschimento, occorre controllare l'ero-

sione e l'eccessiva velocità della corrente a monte della nuova fascia tampone riparia (fasce filtro, rimodellamento del suolo, individuazione delle aree critiche). Nel periodo di attecchimento, i nuovi impianti devono essere protetti dal pascolo.

FAUNA SELVATICA

Connettere una fascia riparia con la vegetazione perenne preesistente, come boschetti, fasce arboreo-arbustive o siepi arbustive (frangivento, rifugi per la fauna), migliora l'aspetto paesaggistico e l'habitat per la fauna selvatica. Scegliere le specie e una distribuzione spaziale idonee agli animali selvatici che s'intende favorire.

INTERVENTI E MANUTENZIONE

Gli alberi delle fasce riparie e

delle aree forestate adiacenti sono periodicamente potati e raccolti (chiari di rinnovamento, piste e piazzole d'esbosco). Man mano che la fascia riparia matura, la raccolta periodica di parte della produzione legnosa rappresenta un'importante attività per mantenere il vigore delle piante e la funzione tampone.

REQUISITI SPECIFICI

I requisiti specifici del sito sono elencati nella scheda delle specifiche. Altre particolarità vanno precisate nella scheda dello schizzo di progetto. Le misure specifiche sono predisposte secondo la guida tecnica del Servizio di conservazione delle risorse naturali (NCRS): si vedano le pratiche standard per le fasce riparie boscate (codice 391).

Fasce Riparie Boscate – Scheda delle specifiche									
Proprietario					Lotto catastal	e n°			
□ Intercettazione di sedimenti, nutrienti, pesticidi, altri contaminanti □ Abbassamento della temperatura delle acque					☐ Habitat per la fauna selvatica☐ Altro (precisare):				
Cita a atmittura									
Sito e struttura									
Tipo e nome di corsi d'acqua/corpi idrici, al Larghezza minima della fascia tampone (f destra e sinistra (guardando verso monte); ne erbacee, o fare riferimento ad altre sche	t.) - per u per lagh	i e stagni usare							
Zona 1	Zona 2				Zona 3				
Sinistra: Destra:	Sinistra: Destra:				Sinistra: Destra:				
Note:	Note:				Note (riferimento a schede di lavoro di fasce filtro):				
Lunghezza della fascia tampone (ft.)		Superficie della zona tampone (acri)							
Altre caratteristiche del sito e accorgimenti:									
Informazioni sul materiale legnoso									
Specie/cultivar:	Piante/acro	Tipo di piante	e ¹	Date d'impianto:	Media				
Spaziatura ² :									
Zona n. 1									
1									
2									
3									
4									
Zona n. 2									
1									
2									
3									
4									
1 RAdici nude COntenitore TAlee: precisare	dimensions	diametro ed età	auando annlicabile	_					

Istruzioni sull'immagazzinamento temporaneo

Le piante dormienti possono essere conservate temporaneamente in un'area fresca o protetta. Per le piante delle quali è prevista la crescita prima della messa a dimora, scavare una trincea a V sufficientemente profonda e ricoprire le piantine in modo che tutte le radici siano coperte dal suolo. Comprimere bene il suolo e innaffiare abbondantemente.

Preparazione del sito

Rimuovere i detriti e controllare la vegetazione in competizione, per realizzare un numero sufficiente di punti o aree per l'impianto e i macchinari necessari. Ulteriori accorgimenti:

Metodo d'impianto:

Per piante in contenitore o a radice nuda, piantare ad una profondità pari al colletto, in fori sufficientemente larghi e profondi da permettere la completa estensione delle radici. Comprimere bene il suolo attorno ad ogni pianta. Inserire le talee in terreno bagnato, con almeno 2-3 gemme sopra la superficie del terreno. Ulteriori accorgimenti:

Manutenzione della fascia tampone

La fascia tampone deve essere ispezionata periodicamente e protetta dai danneggiamenti, per mantenerne la piena funzionalità. Sostituire gli alberi e gli arbusti morti o morenti e proseguire l'estirpazione delle piante in competizione, per garantire il pieno attecchimento. Per mantenere vigorose e in buone condizioni le piante mature può essere necessaria la raccolta periodica degli alberi e arbusti delle zone 1 e 2. Ulteriori accorgimenti:

Spaziatura media tra le piante per raggiungere la densità di piante/acro

Fasce Riparie Boscate – Schizzo di progetto

Se necessario, riportare nello spazio sottostante una foto aerea o una sezione trasversale dei tipi di vegetazione, della larghezza delle zone 1, 2 e 3 (se pertinenti al sito), il tipo di corpo idrico o di corso d'acqua e una freccia di direzione. Includere anche altre informazioni rilevanti, come forma delle sponde o delle rive, condizioni dei terreni circostanti (compresi i tipi di colture), pratiche complementari e ulteriori specifiche delle fasce tampone.

Scala 1" = ft. (Indicare gli schizzi non in scala: dimensione della griglia ½" x ½")										
Ulterior	i specific	he e note):							

RECENSIONI



JEREMY RIFKIN.

Ecocidio. Ascesa e caduta della cultura della carne.

A. Mondadori, Milano, 2001, pp. 385, E 18,08

Come consumatori, eravamo stati messi in guardia dai rischi sanitari di un'alimentazione eccessivamente carnea, ma forse non immaginavamo che l'allevamento bovino potesse avere ripercussioni sconvolgenti sugli equilibri del pianeta.

Il volume inizia con un excursus storico, mostrando come i bovini, in 4-5000 anni, siano passati dallo status di divinità a quello di merce, riflettendo il passaggio culturale dal sacro al profano.

I primi impatti ecologici su vasta scala iniziarono nel XVI secolo quando, a seguito della crisi dell'allevamento bovino in Spagna (foreste abbattute per far posto ai pascoli e loro desertificazione per sovrappascolo), i bovini furono introdotti nel Nordamerica e in Argentina, per sfruttare le immense praterie vergini. Lì invasero il continente, alterando ogni nicchia ecologica. Così, mentre i pascoli del vecchio continente erano esauriti da tempo, nelle pampas i bovini erano così numerosi che la loro carne non aveva più alcun valore: intere mandrie furono massacrate per prelevare pellame e sego, lasciando la carne a decomporsi. La soluzione venne nel 1878, quando la prima nave refrigerata salpò dall'Argentina verso Le Havre carica di carne fresca, rivoluzionando la storia alimentare. Da quel giorno le pampas del Sudamerica divennero i nuovi pascoli d'Europa.

La conquista del West -uno fra i capitoli più sordidi e vergognosi della storia americana- è una storia di malversazioni finanziarie, furti di terre e accordi clandestini orchestrati negli uffici commerciali britannici per garantire agli inglesi quantità di carne sempre maggiori. Per riservare le immense praterie del West al pascolo dei bovini, il bisonte delle Grandi Pianure fu sistematicamente sterminato e i popoli indigeni furono massacrati e rinchiusi in riserve.

La costruzione della ferrovia consentì ai nuovi signori della carne di realizzare un cambiamento radicale nella prassi agricola: il confluire su grande scala di zootecnia e cerealicoltura. Per soddisfare i consumatori britannici –che preferivano la carne rossa abbondantemente venata di grasso– le mandrie di bovini allevate nel West furono trasferite, prima della macellazione, nel Midwest per l'ingrasso a base di mais.

L'aumento della domanda di carne in Europa e negli Stati Uniti nel secondo dopoguerra rilanciò l'interesse per i territori del Centroamerica e del Sudamerica: la foresta pluviale amazzonica fu così tagliata e bruciata per creare nuovi pascoli. Oggi le multinazionali dell'alimentazione stanno già cominciando ad assemblare i bovini come si assemblano le automobili, miscelando i fattori di produzione provenienti da vari paesi -sementi, cereali, farmaci, embrioni animali, macellazione automatizzata, marketing su vasta scala e distribuzione al dettaglio- in un'unica attività coordinata, mirando alla standardizzazione del prodotto.

Numerosi paesi in via di sviluppo sono colpiti da questa nuova forma di sfruttamento coloniale: immense estensioni sono dedicate al pascolo del bestiame o a colture per mangimi animali (mais, soia, sorgo): per soddisfare il mercato dei paesi ricchi si espellono dall'agricoltura di sussistenza grandi masse di persone, in paesi che già soffrono di denutrizione cronica.

L'allevamento bovino moderno, infatti, è un settore a fortissima intensità di capitale: se la piccola agricoltura sostiene un centinaio di persone ogni 3 km², l'allevamento bovino tropicale medio occupa un addetto per 2000 capi di bestiame, cioè una persona ogni 30 km2. Ogni incremento dell'allevamento bovino accentua perciò la fame nel mondo, espellendo agricoltori dalla terra. Preoccupa che in quasi tutte le nazioni l'incremento dei livelli di reddito sia andato di pari passo con l'aumento dei consumi di carne bovina, sebbene i bovini siano tra i convertitori meno efficienti d'energia: per fare un kg di carne di manzo all'ingrasso ci vogliono 9 kg di mangimi, per produrre 50 kg di proteine si consumano 790 kg di proteine vegetali.

L'alimentazione a cereali dei bovini è un fenomeno recente, senza precedenti nella storia dell'agricoltura, con un impatto sulle politiche d'uso della terra e della distribuzione del cibo superiore a quello d'ogni altro evento della storia moderna. Se i cereali e la soia per l'allevamento fossero convertite per l'alimentazione umana, fornirebbero una ciotola di cibo al giorno per ogni essere umano del pianeta. L'iniqua catena alimentare artificiale condanna alla fame miliardi di diseredati. Contrariamente a quanto di solito si crede, ogni anno i poveri diventano più poveri.

Ma questo prezzo è solo un aspetto di una minaccia ancor più grave: una minaccia ambientale che mette in discussione la stessa possibilità di sopravvivenza dell'ecosistema terrestre. L'allevamento bovino, infatti, è una delle minacce ambientali più distruttive dell'era moderna: i bovini sono responsabili di gran parte dell'erosione e della desertificazione dei suoli, della distruzione delle foreste pluviali superstiti, del rapido esaurimento dell'acqua potabile del pianeta; sono la fonte principale dell'inquinamento organico delle acque, esercitano una pressione senza precedenti sull'ecosistema, portando un numero crescente di specie selvatiche sull'orlo dell'estinzione e sono un fattore non secondario nel processo di riscaldamento del pianeta.

Il trapianto dei bovini nel Nuovo Mondo ha profondamente mutato l'ecologia delle Americhe: al loro seguito, un intero complesso di erbe, cereali, legumi del Vecchio Continente si è impiantato nel nuovo, sconvolgendo la vegetazione originaria. Dal 1960 immense foreste

sono state abbattute per far posto a pascoli bovini. La foresta amazzonica viene distrutta ad una velocità impressionante. Ma il suolo tropicale è estremamente fragile e, dopo 3-5 anni di pascolo, diventa sterile e gli allevatori abbattono un'altra sezione di foresta per spostarvi le mandrie, incuranti del fatto che in questo habitat dimori forse il 50% delle specie viventi sul pianeta.

L'apparentemente innocente vacca da carne è al centro di un ciclo di distruzione ecologica: ogni hamburger comporta l'abbattimento di 6 m² di foresta. L'inarrestabile desertificazione indotta dall'uomo ha costi umani incalcolabili: imprigiona milioni di famiglie in una perversa spirale di miseria e produce esodi di proporzioni bibliche.

Sfortunatamente, i costi ambientali della cultura della bistecca non si consolidano nel prezzo della carne, ma sono scaricati, sotto forma di debito ambientale, sulle generazioni future. Ogni kg di bistecca costa 35 kg di suolo eroso; oggi i territori del West producono meno della metà della biomassa rispetto a cento anni fa, prima della grande invasione bovina; specie animali e vegetali sono scomparse per il pascolo e l'uso di erbicidi; fiumi maestosi sono ridotti a rigagnoli. In molti paesi, compresi gli Stati Uniti, nonostante l'bbassamento delle falde e il prosciugamento di fiumi, manca ancora la consapevolezza del ruolo rivestito in questi processi dall'allevamento bovino.

In Africa, l'allevamento –con la connessa perversa trivellazione dei pozzi profondi e il sovrappascolo indotto– è un fattore determinante della desertificazione. La deforestazione per nuovi pascoli, gli otto litri di benzina necessari a produrre un kg di carne bovina, l'emissione di metano dall'incremento della popolazione bovina e di termiti (favorite dalla deforestazione), contribuiscono all'effetto serra.

Indubbiamente, il libro di Rifkin offre un punto di vista insolito, quanto sconvolgente, sulla nostra cultura della bistecca, in ogni caso sufficiente a giustificarne il titolo: ecocidio.

Giuseppe Sansoni



CIRF

Manuale di riqualificazione fluviale

Mazzanti Editori, Venezia, 2001, pp. 108, E 31,00.

Inghilterra, 1995: due tratti di poche centinaia di metri di due piccoli fiumi profondamente manomessi dall'uomo (il Cole vicino ad Oxford e lo Skerne vicino a Darlington) vengono risistemati secondo un nuovo approccio interdisciplinare che parte dal presupposto che per avere fiumi vivi, sani e sicuri bisogna lasciare loro il giusto spazio e permettere loro di funzionare secondo le dinamiche naturali.

È l'inizio della River Restoration (Riqualificazione Fluviale) in Europa, un processo che dopo pochi anni ha già coinvolto centinaia di fiumi in tutto il Continente e sta cambiando dalle fondamenta l'approccio alla gestione dei corsi d'acqua. Volutamente, in poche centinaia di metri, i progettisti del River Restoration Center inglese hanno concentrato esempi dei principali tipi di intervento utilizzabili per riqualificare un fiume.

I due progetti, infatti, sono stati pensati e realizzati, con l'aiuto dei fondi del programma europeo LIFE, come "interventi pilota", finalizzati a creare casi pratici da imitare ovunque vi siano corsi d'acqua naturali od artificiali il cui ambiente e le cui funzionalità idraulica ed ecologica possono essere migliorate applicando le tecniche della riqualificazione fluviale.

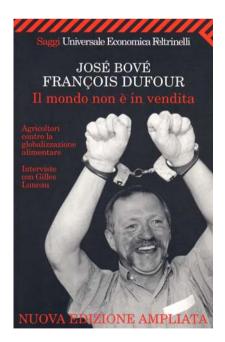
Il manuale, organizzato in schede tematiche di grande chiarezza didattica e riccamente illustrato, mostra in modo dettagliato le tecniche adottate nei due progetti inglesi, fornendo al lettore tutti gli elementi per ripeterle ed adattarle ai diversi contesti applicativi.

La pubblicazione del manuale da parte del CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale) con Mazzanti Editori ha lo scopo di stimolare chiunque si interessa di fiumi, per lavoro o per impegno civile, a ripetere l'esempio dei fiumi Cole e Skerne: realizzare piccoli interventi dimostrativi di riqualificazione, per permettere ai cittadini, ai tecnici incaricati della gestione dei fiumi, agli amministratori di toccare con mano i benefici di un fiume vivo e sano: sicurezza idraulica, capacità depurativa, habitat per la vita selvatica, spazio per la ricreazione ed il tempo libero.

Per le modalità d'acquisto (€ 20,66 per i soci CIRF), visitare il sito www.cirf.org

Giustino Mezzalira

79



José Bové, François Dufour

Il mondo non è in vendita. Agricoltori contro la globalizzazione alimentare Feltrinelli, Milano, 2001, pp. 212, E 6,20.

Nell'agosto 1999, a Millau (Francia), un gruppo d'allevatori di capre irrompe nel cantiere di un McDonald's in costruzione e lo smonta, per protesta contro la multinazionale che colpisce la loro fonte di reddito, il roquefort, vittima delle rappresaglie americane scatenate dal rifiuto europeo di importare carni di manzo agli ormoni. Fin dall'inizio, la protesta degli allevatori si salda a quella dei consumatori, che intendono difendere la salute e la qualità dei cibi.

José Bové, agricoltore e sindacalista che capeggia la protesta, viene condannato, ma rifiuta di pagare la cauzione per uscire di prigione. La sua foto –le braccia alzate sopra la testa, le manette ai polsi, un sorriso radioso– diverrà un simbolo: quello di un mondo in catene, ma in cui la rivolta è legittima e necessaria.

La battaglia prosegue a Seattle, per la globalizzazione della democrazia, da contrapporre allo strapotere del WTO. Sull'orizzonte della globalizzazione si profila un'inedita alleanza tra agricoltori, consumatori ed ecologisti, per rivendicare un'agricoltura più attenta all'ambiente e una produzione alimentare più attenta alla salute.

In tempi di mucca pazza, organismi geneticamente modificati, brevettabilità dei viventi, carni con ormoni, antibiotici, diossina, alimenti con residui di pesticidi, e così via, la lotta contro la "malalimentazione" non è più una battaglia corporativa di allevatori e agricoltori, ma diventa una priorità per l'intera società civile.

Il libro è un'intervista ai due autori. Le risposte, profonde nei contenuti, sono cariche d'entusiasmo e di fiducia nella capacità di saldare gli interessi degli agricoltori dei paesi ricchi con quelli dei paesi poveri: una denuncia a tutto campo delle logiche perverse dell'agricoltura industrializzata, degli effetti delle regole imposte dal mercato (dettate dalle multinazionali, al di sopra degli Stati) e della stessa politica agricola europea.

Da segnalare l'interesse del muta-

mento di prospettiva: una battaglia in difesa dell'ambiente condotta non più dai "cittadini" contro gli agricoltori, ma promossa dagli stessi agricoltori. Anche i metodi adottati –azioni di protesta lucide, aperte, pubblicizzate in anticipo (come quelle di distruzione di colture con ogm)- segnano una differenza fondamentale con altre azioni a sorpresa o che, addirittura, sfiorano l'«ecoterrorismo».

Un libro stimolante, per comprendere le nuove direzioni dell'ecologismo.

Giuseppe Sansoni



Krunica Hruska (curatrice)

Ecologia Urbana. Tutto ciò che occorre sapere dell'ambiente in cui viviamo.

Ed. CUEN (Via Coroglio, 156 - 80124 Napoli), 2000, p. 280, E 18,08

L'ecosistema urbano non è forse meno complesso di quelli naturali;

differisce però da questi non solo per l'ovvia presenza di edifici e strade, ma anche per la profonda modifica di molti fattori e processi: dal ciclo fisico e chimico delle acque, alle condizioni climatiche, alle proprietà dei suoli, alle dinamiche delle popolazioni animali e vegetali. Il volume raccoglie i contributi disciplinari di vari esperti, convergenti in un approccio ecosistemico, senza trascurare quei determinanti legati alla storia, alla cultura e alla pianificazione del territorio che, nel corso del tempo, hanno conferito alle città italiane caratteristiche peculiari, diverse da altri centri urbani europei.

La prima sezione del volume, rivolta all'ambiente fisico, esamina le caratteristiche geografiche delle città italiane, il loro clima (compresi l'isola di calore, la ventilazione, l'inquinamento), le profonde alterazioni indotte dall'uso del suolo (forza motrice che interagisce con tutti i processi biotici ed abiotici), i nuovi "percorsi urbani" delle acque.

La seconda sezione affronta le principali caratteristiche della flora, della vegetazione e della fauna urbana. La penetrazione di specie dall'esterno (rupi, prati, pascoli,

boschi, cespuglieti, coltivi) e dall'interno della città (orti, siepi ornamentali, giardini, parchi), nonché i nuovi microhabitat e microclimi, rendono ragione del fatto che ben il 30% della flora italiana vive in città e testimoniano lo stretto legame tra composizione floristica e storia, civiltà, condizioni geografiche ed ecologiche.

Anche la biodiversità animale si mantiene a livelli elevati, sia pure con forti alterazioni che vanno dalla scomparsa delle specie ecologicamente più fragili all'introduzione di nuove specie e allo sviluppo demografico di altre -che diventano super-dominanti- con biomasse molte volte superiori a quelle naturali (es. passero, colombo, ratto), anche per la ricchezza di risorse trofiche, quasi illimitate.

Gli aspetti descrittivi non vanno a scapito della particolare attenzione rivolta agli aspetti gestionali, finalizzati al controllo di specie infestanti, di problemi igienico-sanitari e al miglioramento della qualità della vita. Il volume, rivolto agli studenti di scienze biologiche, naturali e ambientali, è utile anche agli operatori delle politiche ambientali urbane.

Bruno Borghini



A. Andreotti, N. Baccetti, A. Perfetti, M. Besa, P. Genovesi, V. Guberti

Mammiferi e Uccelli esotici in Italia: analisi del fenomeno, impatto sulla biodiversità e linee guida gestionali

Quad. Conservazione Natura, n. 2, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica, 2001, 189 pag.

La biodiversità, fattore indispensabile per la conservazione della natura, è da sempre sottoposta a variazioni che, in tempi medio-lunghi, hanno origine dai naturali processi evolutivi o per effetto dei cambiamenti climatici che lentamente possono interessare un'area geografica.

Nel corso dei secoli, tuttavia, sensibili mutamenti nella diversità delle comunità viventi sono avvenuti soprattutto per effetto dell'azione svolta dall'uomo.

Conservare la biodiversità ed accrescerne gli indici è, oggi, universalmente riconosciuto come uno dei principali obiettivi da raggiungere per contrastare i processi di banalizzazione che coinvolgono sempre di più il nostro pianeta.

Dopo la distruzione degli habitat, uno dei più importanti fattori che minano la biodiversità è forse rappresentato dall'introduzione di specie esotiche, direttamente o indirettamente causata dall'uomo.

In seguito ad introduzioni accidentali, fuga di specie in cattività, tentativi di naturalizzazione per ripopolamento, molte specie sono state introdotte in habitat dove non erano presenti; di queste, solo una minima parte è riuscita ad insediarsi stabilmente e, in alcuni casi, a divenire persino invasiva e dannosa.

Non sempre ci si è resi conto delle trasformazioni cui andavano incontro le comunità autoctone, almeno fino a quanto la nuova introduzione non ha comportato seri danni all'economia. Troppo spesso, invece, sono stati sottovalutati gli effetti che queste provocano sulla biodiversità, attraverso attività predatoria, varie forme di competizione nell'ambito della nicchia ecologica, introduzione di malattie e parassiti, ibridazione, alterazione della struttura delle biocenosi e degli habitat.

La pubblicazione di Andreotti e collaboratori offre una panoramica delle specie esotiche, che sconfina nelle introduzioni ormai appartenenti alla storia della nostra civiltà, ed è uno strumento di lavoro utile per chi opera nel campo della conservazione della natura e della gestione delle sue risorse.

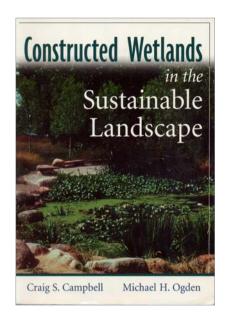
La parte introduttiva dell'opera affronta i problemi relativi alle cause più frequenti all'origine dell'introduzione delle varie specie esotiche, sottolinea gli effetti delle invasioni biologiche rispetto anche ad implicazioni di carattere socio-economico, affronta gli aspetti sanitari, si occupa della prevenzione del problema e della sua eradicazione e controllo.

Un quadro sinottico consente la rapida consultazione della situazione italiana, fornendo gli elementi essenziali per una valutazione del ruolo assunto da ciascuna specie segnalata.

Lo spazio maggiore è ovviamente dedicato alla descrizione delle singole specie. Per ognuno dei 19 mammiferi e dei 110 uccelli esotici segnalati per il territorio nazionale, vengono fornite altrettante schede nelle quali si riportano le informazioni relative alla sistematica di ciascuna specie, le caratteristiche morfologiche necessarie alla loro identificazione, le indicazioni sulla distribuzione geografica ed ecologica, lo status e l'impatto sulla biodiversità. Le schede sono di solito corredate da un inserto cartografico, per una rapida localizzazione delle aree di distribuzione sul territorio italiano.

La pubblicazione appartiene alla collana "Quaderni di Conservazione della Natura" curata dal Ministero dell'Ambiente, Servizio Conservazione della Natura, e dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, che provvedono anche alla sua distribuzione. Può essere richiesta gratuitamente a: Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "Alessandro Ghigi", Via Ca' Fornacetta 9 - 40064 Ozzano Emilia BO.

Gilberto N. Baldaccini



Craig S. Campbell e Michael H. Ogden

Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape

John Wiley & Sons, New York, 1999, 270 pp.

Per la miriade di specie animali e vegetali che ospitano, le funzioni ecologiche svolte, l'interesse scientifico, didattico e ricreativo, le zone umide –siano esse naturali o artificiali– esercitano indubbiamente un fascino particolare. Non sorprende dunque che, soprattutto da quando ne è stata riconosciuta la capacità di funzionare come ecosistema-filtro, le zone umide costruite hanno ricevuto un'attenzione crescente, come valida alternativa ai brutti e costosi impianti di depurazione convenzionali.

Il volume illustra l'esperienza statunitense nella realizzazione di diverse tipologie di zone umide costruite, spaziando a tutto campo sui vari aspetti coinvolti: l'elevato livello di interazione tra diverse discipline (chimica dei suoli, biologia acquatica, biochimica microbica, idrologia, ecologia), la depurazione e la detossificazione, i vantaggi dell'approccio decentrato di trattamento dei reflui, nell'ottica dello sviluppo sostenibile.

L'elevata efficienza energetica, i bassi costi, la modesta tecnologia richiesta da questi sistemi, si affiancano ad una facile manutenzione e a possibilità di controllo superiori a quelle delle aree umide naturali. In sintesi, le zone umide sono semplici da costruire ed –essendo capaci di automantenersi e autoregolarsi–sono facili da far funzionare, un vantaggio pratico tutt'altro che trascurabile.

L'interesse particolare del volume sta nell'attenzione prestata agli aspetti progettuali, costruttivi e gestionali. Sono fornite, infatti, indicazioni dettagliate ed esaurienti sui principi e sui criteri di progettazione, basati sulla capacità idraulica, sul tempo di residenza, sulla stima del carico areale, sulla temperatura dell'acqua e sulla densità della vegetazione acquatica. La costruzione di questi particolari impianti di depurazione seminaturali viene illustrata in ogni sua fase con un ricco corredo di schemi tecnici, foto, disegni: la preparazione del substrato, la posa in opera dei vari tipi di geomembrane per la protezione delle acque sotterranee, la configurazione e i dettagli costruttivi di argini e canalizzazioni, la compartimentazione, i dispositivi di ripartizione dei flussi e di regolazione dei livelli, la manutenzione.

Particolare rilievo viene dato alle diverse tecniche di preparazione del substrato e di messa a dimora delle specie vegetali: tra le più utilizzate, la cannuccia di palude (la prima ad essere sperimentata), la tifa, scirpi e giunchi, tutte specie dotate di tessuti aeriferi capaci di trasportare l'ossigeno dalle foglie alle radici, creando in questo modo l'ambiente favorevole per la demolizione delle sostanze organiche e l'ossidazione e precipitazione di ioni tossici

Grazie alla continua acquisizione di dati sulle loro prestazioni in varie condizioni ambientali, oggi è più facile –anche per pianificatori e amministratori locali– considerare questi sistemi come alternative fattibili per molti progetti, soprattutto per comunità piccole e medie e laddove vi sia la disponibilità di aree a costi ragionevoli.

Sono trattati, con tanto di calcoli di dimensionamento, diversi esempi di progettazione di zone umide costruite per il trattamento di effluenti civili, per l'affinamento dello scarico di depuratori convenzionali, per applicazioni agricole, minerarie e industriali. Benché l'interesse principale sia rivolto ai sistemi di trattamento a flusso superficiale, non sono trascurati quelli a flusso subsuperficiale.

Specifici capitoli, ricchi di esempi e di configurazioni geometriche ed idrauliche, sono dedicati agli stagni di intercettazione, ritenzione e trattamento delle acque meteoriche urbane (col loro carico di inquinanti, trascinati per dilavamento) e ai sistemi di trattamento monofamiliari, veri e propri giardini lussureggianti, spesso completati da un laghetto con pesci

Non sono trascurate applicazioni combinate nelle quali, assieme alla funzione depurante, costituiscono parte integrante della progettazione il conseguimento di altri obiettivi: realizzazione di una risorsa di acqua per l'irrigazione, di habitat naturali attrattivi per l'avifauna e l'erpetofauna, di ambienti umidi capaci di vicariare quelli a suo tempo colmati o bonificati per far posto ad usi agricoli, residenziali o industriali, ecc. A tal fine sono descritti vari accorgimenti per fornire cibo, ricovero e siti per la nidificazione degli uccelli acquatici (costruzione di zattere artificiali, piattaforme fluttuanti, impianto di idonee cinture vegetali, ecc.

L'ecologia del paesaggio fornisce al progettista un prezioso supporto per la miglior localizzazione delle zone umide sul territorio, in modo da collegarle agli habitat naturali circostanti e ricostruire così una rete di corridoi ecologici.

Uno degli aspetti più affascinanti della scienza e dell'arte che si sta sviluppando sulle zone umide costruite è l'abilità con la quale possono essere progettate in maniera esteticamente piacevole, in modo da essere inserite negli spazi aperti, nei parchi e nei sistemi ricreativi e integrate in un sistema di utilizzi multipli con le altre attività umane. La progettazione coinvolge così

non solo idrobiologi, ecologi o naturalisti, ma anche architetti del paesaggio, ingegneri, e artisti.

Completano la trattazione numerosi esempi dei progetti più innovativi, che incorporano design altamente artistici, valori estetici, ricreativi ed educativi. Insomma, si tratta di un volume completo, piacevole e stimolante, che difficilmente deluderà il lettore.

Silvia Carmellini



Carlo Scoccianti

AMPHIBIA: aspetti di ecologia della conservazione

Ed. WWF - Provincia di Firenze, 2001, 428 pag.

Finalmente un libro a tutto campo sul mondo degli Anfibi e, soprattutto, sulle tante gravi minacce che incombono oggi sulla maggior parte delle specie di questa classe.

Il testo, pubblicato dal WWF Toscana con il contributo della Provincia di Firenze, contiene in oltre 400 pagine una mole enorme di informazioni, corredate da centinaia di citazioni bibliografiche: una vera e propria guida per gli addetti ai lavori e, allo stesso tempo, un interessante percorso per chi voglia avvicinarsi ex novo alla conoscenza delle problematiche di conservazione di queste specie.

L'Autore, sulla base di una pluriennale esperienza di studio e di iniziative di conservazione sul campo, ha voluto scrivere non una guida al riconoscimento degli Anfibi né un excursus sulla loro biologia, ma un testo che affronta in modo organico sia le numerose problematiche dell'ecologia della conservazione di queste specie sia i risultati delle soluzioni per fermare il loro declino che, come è noto, sta assumendo caratteri drammatici in tutto il pianeta.

Tutti i fattori di impatto che possono agire sugli Anfibi sono quindi approfonditamente analizzati, dalla scomparsa degli habitat alla loro frammentazione, dall'utilizzo di sostanze chimiche in agricoltura alle attuali pratiche silvicolturali, dal prelievo da parte dell'uomo agli incendi, alle introduzioni di specie alloctone e così via, fino a fenomeni globali come l'effetto serra e l'aumento delle radiazioni UV.

Come si legge nella prefazione, questo libro è senza dubbio un aiuto indispensabile per tutti coloro che desiderano contribuire alla ricerca scientifica nel campo dell'ecologia della conservazione di queste specie.

La conoscenza dei risultati dei numerosissimi studi ed interventi concreti di conservazione discussi nel
testo, infatti, sarà certamente di valido aiuto per tutti coloro che devono far fronte a questo tipo di problemi e, in particolare, si devono
misurare con tutta quell'ampia serie di complesse relazioni di ecologia che si instaurano fra le specie,
gli habitat e gli usi di questi da
parte dell'uomo.

Paolo Restì

Libri di scienze naturali e ambientali

I volumi di seguito segnalati possono essere ordinati per posta ordinaria a NHBS Mailorder Bookstore, 2-3 Wills Road, Totnes, Devon TQ9 5XN, United Kingdom, oppure all'indirizzo di posta elettronica nhbs@nhbs. co.uk. Prima dell'ordine, controllare le condizioni più aggiornate e ulteriori informazioni sui singoli volumi sul sito http://www.nhbs.com.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Stormwater retention basins

J -M Bergue and Y Ruperd Balkema, Netherlands, 2000, 242 pages. Price:GBP 35.50 hardback

Watersheds. A practical handbook for healthy water

Clive Dobson and Gregor Gilpin Beck Provides an overview of the fundamentals of ecology by showing how watersheds work, how all water systems streams, sewers, rivers, oceans, our own plumbing - are interconnected and interdependent. Topics covered include: water and air pollution; ecological restoration; aquatic habitats; exotic species invasion; wetlands; rivers; and habitat loss.

Firefly Books, Canada, 2001, 160 pages, 100 col illus. Price:GBP 18.95 paperback

Wind energy basics. A guide to small and micro wind systems

Paul Gipe

Green Books, 1999, 122 pages, photos, illus, figs, tabs. Price:GBP 14.95 paperback

Groundwater. Past achievements and future challenges

O Sililo et al

Balkema, Netherlands, 2000, 1200 pages, 2 Volume Set. Price:GBP 90 hardback

Silenced rivers. The ecology and politics of large dams

P McCully

15.95 paperback

Entirely updated in the light of the recent World Commission on Dams Report, and responding to it, this new edition of McCully's classic study shows why large dams have become such a controversial technology in both industrialized and developing countries. Zed Books, 2001, 416 pages. Price: GBP

Measuring environmental degrada-

tion. Developing pressure indicators for europe

Ed. by Anil Markandya and Nick Dale Edward Elgar, 2001, c. 304 pages. Price:GBP 69.95 hardback

Virtual rivers. Lessons from the mountain rivers of the colorada front range Ellen E Wohl

Yale UP, 2001, 216 pages, b\w illus. Price:GBP 27.50

Constructed wetlands for pollution control. Processes, performance, design and operation

IWA Specialist Group on Use of Microphytes in Water Pollution Control 2000, 159 pages, figs, tabs. Price:GBP 83 paperback

Diseases of small fruits cd-rom

APS, USA, 675+ col images. Price:GBP 88.13* CD

Diseases of vegetables CD-rom

APS, USA 525+ col images. Price:GBP 76.38* CD

Empowering the earth. Strategies for social change

Alex Begg

Begg shows how power is the fibre of society, binding us together and building our institutions. His organic theory of power - treating it as a dynamic, living process, rather than a passive tool - will facilitate strategic thinking among those working for social change. 'We are clearly dealing with power all the time, and there is a real need for this kind of theoretical work. I hope that it will be widely read.' George Monbiot.

Green Books, 2000, 288 pages. Price: GBP 10.95 paperback

Green development II. Environment and sustainability in the south

William M Adams

Revised edition of Adams's Green Development, last published in in 1992, gives a valuable analysis of the theory

and practice of sustainable development and suggests new challenges for sustainability. It offers a synthesis of the distinctly theoretical ideas on sustainability based on the industrialised economies of the North and the practical, applied ideas in the South.

Routledge, 2001, 304 pages, 12 b/w photos, illus, 30 figs, 19 tabs. Price: GBP 18.99 paperback

Restoring the Earth. Visionary solutions from the bioneers

Kenny Ausubel

Profiles leaders of the growing movement of 'bioneers', biological pioneers who are using nature to heal nature and working with individuals, communities, businesses, and governments to implement real change.

Chelsea Green, USA, 2000, 288 pages. Price:GBP 11.95 paperback

The false dilemma - globalization: opportunity or threat

Oscar Ugarteche

A radical economic analysis of underdevelopment from a Peruvian perspective in which the author argues that the economic framework of neo-liberalism and globalization is forcing a false dilemma on the nations of the South.

Zed Books, 2000, 256 pages, tabs. Price:GBP 14.95 paperback

From the ground up. Rethinking industrial agriculture

Helena Norberg-Hodge, Peter Goering and John Page

Explores the fundamental principles which underlie the 'growth-at-any-cost' thinking of modern society and highlights some of the most promising alternative ways of producing environmentally healthy food.

Zed Books, 2nd Edition, 2001, 120 pages, figs, tabs. Price:GBP 12.95 paperback

The geopolitics of hunger, 2000-2001. Hunger and power

Action Against Hunger Lynne Rienner, USA, 2000, 354 pages, tabs, maps. Price:GBP 23.50 paperback

The Great Gulf. Fishermen, scientists, and the struggle to revive the world's greatest fishery

David Dobbs

Discussion on the cod conflict of New England between government scientists and fishermen over how fish populations are assessed, which has led to bitter disputes and has crippled efforts to agree on catch restrictions. Shearwater/Island Press, 2000, 256 pages, maps. Price:GBP 22.50 hardback

Hungry for trade. How the poor pay for free trade

John Madeley

As the fallout from the Seattle meeting of the World Trade Organization (WTO) continues, Madeley explores some key questions about the free trade that it advocates.

Zed Books, 2000, 192 pages, tabs. Price:GBP 9.99 paperback

Management of shared groundwater resources. The israeli-palestinian case with an international perspective Ed. by Eran Feitelson and Marwan Haddad

IDRC, Canada, 2000, 280 pages. Price:GBP 23.95

Natura 2000: rural development and ecological networks.

Proceedings of international seminar held in Konstancin Poland 15-18 December 1999

Ed. by Philip Bacon Published in Poland, 2000, 142 pages, figs, tabs. Price:GBP 13.50 paperback

Permaculture teacher's guide

Ed. by Andrew Goldring

Permanent Publications, 2000, 379 pages, b\w photos, illus, figs. Price:GBP
31.50 paperback

The sceptical environmentalist. Measuring the State of the World Bjorn Lomborg

Lomborg challenges widely held beliefs that the environmental situation is getting worse and worse and is critical of the way in which many environmental organisations make selective and misleading use of scientific evidence. He systematically examines a range of major environmental problems that feature prominently in headline news across the world and concludes that there are more reasons for optimism than pessimism, stressing the need for clear-headed prioritisation of resources to tackle real, not imagined problems.

CUP, 2001, 496 pages, 162 figs, 9 tabs. Price:GBP 16.95 paperback

Water management in Islam

Ed. by Naser I Faruqui, Asit K Biswas and Murad J Bino

UNU Press, Japan, 2000 250 pages. Price:GBP 20.50 paperback

Eliminating world poverty: making globalisation work for the poor. White paper on international development

Department for International Development

The UK Government's second white paper on International Development, providing an outline of policy, with a focus on strategies to eliminate world poverty and cooperate with other governments and and international institutions as part of a broader international effort. Clare Short has earned respect from all sides of the political arena since becoming Minister for State at DIFID, and this paper is a testament to the vigour and clarity that she has brought to a department that in the past has languished in obscurity.

Stationery Office (HMSO), 2000, 108 pages, col photos. Price:GBP 11.80 paperback

Developing naturally. A handbook for incorporating the natural environment into planning and development Michael Oxford

ALGE, 2000, 194 pages, illus, tabs. Price:GBP 38 paperback

The Ralph Nader Reader

Ralph Nader

Landmark collection bringing Ralph Nader's writings together for the first time, creating a remarkable portrait of the activist. Includes his writings on: genetically engineered food; the World Trade Organization; Microsoft; nuclear power; women's rights; and environmental politics. 'Ralph Nader is our indispensable voice of outrage against corporate corruption, greed, invasion of privacy, and abuse of power.' J.K. Galbraith.

Seven Stories, USA, 2000, 441 pages. Price:GBP 18.50 paperback

The end of globalization. Think regional, act local, forget global Alan Rugman

Argues that globalization was never more than a myth and looks in detail at the managerial implications of the end of globalization, including in-depth discussion of corporate strategies, organizational structures and analytical methods.

Random House, 2001, 288 pages. Price:GBP 15.99

Marine reserves. A guide to science, design, and use

Jack Sobel and Craig Dahlgren

Provides a synthesis of information on the underlying science, as well as design and implementation issues. It describes the need for marine reserves and their potential benefits, examines how reserves can be designed to achieve specific objectives, and considers gaps in our knowledge and the research needed to address those gaps.

Island Press, USA, 2001, 220 pages, col photos, figs, tabs, maps. Price:GBP 25.95 paperback

Vital Signs 2001-2002. The trends that are shaping our future

Worldwatch Institute

Earthscan, 2001, 192 pages, figs, tabs. Price:GBP 12.95 paperback

Innovative energy strategies for CO2 stabilisation

Ed. by Robert Watts CUP, due February 2002, 480 pages, 102 line diagrams, 3 half-tones, 36 tables. Price:GBP 45 hardback

Seeds of contention. World hunger and the global controversy over gm crops

Per Pinstrup-Andersen and E. Schioler Reviews the basic issues and discusses the potential that GM crops have for addressing the great needs of poor and undernourished peoples throughout the world. Explains how increased agricultural productivity is not enough in addressing the problem of famine, and that people in developing countries need crops that are disease-resistant, can fend off insect predators, and can withstand severe environmental conditions in order to produce larger crop yields.

Johns Hopkins UP, USA, 2001, 176 pages. Price:GBP 8.50 paperback

BOTANY & PLANT SCIENCE

Humic substances: versatile components of plants, soil and water

Ed. by EA Ghabbour and G Davies *RSC*, Special Publications 259, 2000. 341 pages, illus, figs, tabs. Price:GBP 106 hardback

The seed search. A comprehensive directory for all growers, over 43,000 seeds including 6,000 vegetables and where to buy them

Ed. by Karen Platt

A unique, UK-focused, directory of seed catalogues to enable the gardener to access the vast array of seeds available from sources around the world. 352 pages.

Seed Search / Platt, Karen, 4th Edition, 2000. Price:GBP 18.50 paperback

Tree crop ecosystems

Ed. by FT Last

Takes a holistic approach to the crops, their origins and within-species variation. Direct and indirect influences of the crops on their ecosystem are considered throughout the volume, and genetic resources of the crops as well as their pests and pathogens are also included. Ecosystems of the World 19. Elsevier, Netherlands, 2000, 440 pages. Price:GBP 86 hardback

Iconographia diatomologica. Annotated diatom micrographs
Ed. by H Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica 7.

Koeltz, Germany, 2000, 925 pages, 219

Koeltz, Germany, 2000, 925 pages, 219 plates\4504 figures. Price:GBP 131 hardback

Susswasserflora Von Mitteleuropa: Bd 2/5: Key To Parts 1-4. Bacillariophyceae 5

Ed. by B Budel

Gustav Fischer, Germany, 2000. French and English, 311 pages. Price:GBP 62 hardback

Aquarium plants catalogue

H Windelov

With colour pictures, description and care instructions.

Verlag ACS, Germany, 2000, 85 pages. Price:GBP 7.50 paperback

Identification of common benthic diatoms in rivers

MG Kelly

Illustrated keys to the genera of diatoms found in benthic habitats in the UK are provided, along with guides to the identification of the most common species within larger genera. Field Studies Council AIDGAP Guides 9. FSC, 2000, 116 pages, illus, figs, tabs. Price:GBP 10.95 paperback

Air pollution and plant life

Ed. by Michael Treshow and Nigel Bell Provides a comprehensive overview of the effects of pollutants on plant life covering both the physiological and biochemical aspects and the impact at the ecological level.

Wiley, 2001, 352 pages, figs. Price:GBP 24.95 paperback

A dictionary of plant pathology

Ed. by P Holliday

Provides an essential reference for plant pathologists and agriculturalists at all levels, listing the authoritative names of all major plant pathogens and also many minor ones. The pathogens, which include fungi from over 500 genera, 800 viruses, bacteria, mollicutes, nematodes and viriods, are briefly described and supporting references given. Entries are also given for names of diseases and disorders, crops and their pathology, fungicides, taxonomic groups, terminology, toxins, vectors and past plant pathologists. In total, over 11,000 entries provide a wide-ranging resource for all those working in the discipline.

CUP, 2nd Edition, 2001, 559 pages. Price:GBP 27.95 paperback

Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential

Ed. by T Butt, C Jackson and N Magan *CABI*, 2001, c. 350 pages. Price:GBP 55 hardback

Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination Carol C Baskin and Jerry M Baskin

Focuses on the two most imporant functions of seeds - dormancy and germination.

Academic Press, 2001, 666 pages, b/w illus, figs, tabs. Price:GBP 39.95 paperback

The nature conservation value of scrub in Britain

S R Mortimer et al *JNCC* Report Series 307, 2000, 191 pages. Price:GBP 15 spiralbound

The color encyclopedia of ornamental grasses on cd-rom

Rick Darke

Timber Press, Col photos, PC format only. Price:GBP 52.88 CD

Introduction to plant population biology

J Silvertown and D Charlesworth Integrates the fields of plant population ecology, population genetics and evolutionary biology.

Blackwell Science, 4th Edition, 2001, 256 pages, 185 illus. Price:GBP 24.95 paperback

The natural garden

Francesca Greenoak

Mitchell Beazley, 2001, 160 pages, col photos, illus. Price:GBP 14.99 paperback

Plant invaders. The Threat to Natural Ecosystems

QCB Cronk and Janice L Fuller This is a practical guide to a subject of increasing concern to the conservation biologist. Case-studies highlight specific problems from a wide range of countries. The book also contains an appendix with a list of invasive species and their countries of origin. 241 pages, b\w photos, illus, tabs, maps. Earthscan, 2001. Price:GBP 24.95 paperback

Plants for free. How to Create a Garden for Next to Nothing

Sharon Amos

Shows how to develop a natural garden without spending a fortune, including where to get the best bargains in young healthy plants. Contains a plant directory with illustrations and comprehensive information on characteristics, and includes over 100 ornamentals and herbs that can be propagated with no trouble at all. Collins & Brown, 2001, 144 pages, 200 col photos. Price:GBP 14.99 paperback

Biomonitoring: general and applied aspects on regional and global scales Ed. by Conradin A Burga and Anselm Kratochwil

Includes case studies of applied biomonitoring in Germany, Switzerland and Svalbard. Tasks for Vegetation Science 35.

Kluwer, Netherlands, 2000. 248 pages. Price:GBP 79 hardback

Botanica. The illustrated A-Z of over 10,000 garden plants and how to cultivate them

Gordon Cheers

Comprehensive and authoratative reference to plants. 1020 pages, col photos.

Periplus, Singapore, 2000, Price:GBP 65 hardback

Cultivated palms of the world

Don/Ellison,Anthony Ellison Comprehensive photographic reference describing 840 of the most common palm species and cultivars from around the world, and containing nearly 1300 photographs. For each palm described, it shows a photo of a specimen and in many cases inset photos of fruit, trunks or other distinguishing features, as well as information on the region/country of origin, size, growth habits, growing conditions and fruit and seeds.

Briza, South Africa, 2000, 264 pages, 1245 col photos. Price:GBP 82 hardback

Vegetation ecology

Ed. by E van der Maarel

An international team of contributors discuss plant ecology at the community, landscape and global level, covering areas such as the effects of climate change on the movement of vegetation boundaries.

Blackwell Science, 2001, 256 pages, 170 illus. Price:GBP 27.50 paperback

Gaia organic basics: pests Charlie Ryrie

An easy-to-use guide to garden pests and natural ways to control them. *Gaia Books*, 2001, 62 pages, col photos. Price:GBP 5.99 paperback

Gaia organic basics: weeds

Charlie Ryrie

How to control weeds in your garden without resorting to chemicals. *Gaia Books*, 2001, 62 pages, col photos. Price:GBP 5.99 paperback

Wetland plants: biology and ecology I Cronk

Presents a synthesis of studies and reviews from biology, plant physiology, evolution, genetics, community and population ecology, and environmental science and engineering.

CRC Press, USA, 2001, 412 pages, b\w photos, illus, figs, tabs. Price:GBP 70 hardback

Protocols in lichenology. Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring

Ed. by I Kranner, R Beckett and A Var-

Springer, 2001, 580 pages, 88 Figs, 4 col figs. Price:GBP 51 paperback

Diatoms of Europe, volume 2: Navicula sensu stricto, 10 genera separated from navicula sensu lato, frustulia Ed. by Horst Lange-Bertalot Cramer, Germany, 2001, 526 pages, b\w plates. Price:GBP 169 hardback

The forgiveness of nature. The Story of Grass

Graham Harvey

Explores the world of grass from every possible perspective, revealing - as if for the first time - the astonishing universe that lies beneath our feet. Jonathan Cape, 2001, 352 pages. Price:GBP 15.99 paperback

The freshwater algal flora of the British isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae DM John, AJ Brook and BA Whitton Comprehensive identification guide covering more than 2200 species (excluding diatoms), the majority of which also have a world-wide distribution. Non-technical descriptions are supported by clear line illustrations or photographs that emphasise the features significant for identification, most of which can be seen with a simple light microscope. An accompanying CD-ROM provides a further colour photocatalogue of 1000 images of algae and algal habitats.

CUP, 2001, 720 pages, 11 b/w photos, 150 line illus. Price:GBP 75 hardback

Conservation & Biodiversity

Cultural and spiritual values of biodiversity. A complementary contribution to the global biodiversity assessment

UNEP

Highlights the central importance of cultural and spiritual values in the appreciation and preservation of all life and argues that these values give us a true reflection of worth. It demonstrates how many cultures see Nature as an extension of society, and how sensitive stewardship is an integral part of existence.

UNEP, Switzerland, 2000, 750 pages. Price:GBP 42.50 paperback

Across the Great Divide. Explorations in collaborative conservation and the american west

Ed. by Philip Brick

Discusses 'collaborative conservation', a new conservation movement that focuses on voluntary compliance and consent rather than legal and regulatory enforcement, bringing together writing, reporting, and analysis from those directly involved in developing and implementing the approach.

Island Press, USA 2000 256 pages, illus, maps. Price:GBP 22.50 paperback

Conservation biology. Research priorities for the next decade

Ed. by Michael Soule and Gordon H Orians

In 1989, the Society for Conservation Biology and Island Press produced Research Priorities for Conservation Biology, a slim volume that set forth the findings of experts who had gathered to outline research needs for the near future, and which served as a guidepost for the field throughout the 1990s. In January 2000, leaders of the Society for Conservation Biology convened a similar group to reach consensus on where the field now stands and to determine the major, compelling research priorities for the next decade. Conservation Biology: Research Priorities for the Next Decade presents the results of that gathering, notes progress or changes in the state of global biodiversity over the past decade and discusses overarching themes that influence all areas of conservation; offers ten chapters by leading experts that summarize the status of knowledge in key areas ranging from marine conservation to ecological restoration to conservation medicine; sets forth research priorities for each area; and describes gaps in current knowledge that are impeding the ability of conservation practitioners to carry out their work.

Island Press, USA, 2001, 258 pages, photos, figs, tabs. Price:GBP 22.50 paperback

Designing field studies for biodiversity conservation

Peter Feinsinger

Comprehensive and practical guide to using scientific inquiry in conservation work, focusing on the fundamentals of common sense, independent thinking, and natural history. Topics covered include: framing the question and designing the study; interpreting and applying results through judicious use of statistical inference; taking into account the natural history of plants, animals, and landscapes; monitoring and assessing progress through approaches such as "bioindicator species" or "species diversity measures"; and helping other interested parties (park guards, local communities, school teachers) use scientific inquiry in addressing their own concerns.

Island Press, USA, 2001, 219 pages, photos, figs, tabs. Price:GBP 24.50 paperback

Nature out of place. Biological invasions in the global age

J Van Driesche and R Van Driesche Though the forests are still green and the lakes full of water, an unending stream of invasions is changing many ecosystems around the world from productive, tightly integrated webs of native species to loose assemblages of stressed native species and aggressive invaders. This volume brings this devastating but overlooked crisis to the forefront of public consciousness by offering a fascinating exploration of its causes and consequences, along with a thoughtful and practical consideration of what can be done about it.

Island Press, USA, 2000, 352 pages, photos, tabs, maps. Price:GBP 26.95 hardback

The origins of nature conservation in Italy

James Sievert

Documents the rise, fall, and recovery of nature conservation in Italy, the environmental degradation of Italy's wetlands, mountains, and forests due to unification, industrialization, to the rush towards modernization. Also covers the ups and downs of Italy's conservation movement in the 1900's.

Peter Lang, Switzerland, 2000, 298 pages, illus. Price:GBP 46.50 paperback

Restoring nature. Perspectives from the social sciences and humanities Ed. by Paul H Gobster and Bruce Hull Island Press, USA 2001 269 pages, illus, tabs. Price:GBP 22.50 paperback

The unified neutral theory of biodiversity and biogeography

Stephen P Hubbell

In many ways Hubbell's theory is the ecological analog to the neutral theory of genetic drift in genetics. The unified neutral theory of biogeography and biodiversity should stimulate research in new theoretical and empirical directions by ecologists, evolutionary biologists, and biogeographers. 'This provocative and enlightening work, deeply original and supported by some of the most extensive field research ever conducted in biology, will be regarded as one of the most important contributions to ecology and biogeography of the past half century.' Edward O. Wilson, author of Biodiversity.

Princeton UP, USA, 2001, 448 pages, 123 line illus. Price:GBP 19.95 paperback

Wild solutions. How biodiversity is money in the bank

Andrew Beattie and Paul R Ehrlich Describes the millions of species that provide ecosystem services to maintain the quality of air and water and the fertility of the soil, dispose of domestic, industrial and agricultural waste, and protect crops from pests. Also describes how biological diversity opens the way for new medicines, pharmaceuticals, construction materials and designs, and manufactured goods. *Yale UP*, 2001, 272 pages, 40 illus. Price:GBP 19.95. paperback

Conservation in production environments: managing the matrix

Ed. by JL Craig, N Mitchell and DA Saunders

Surrey Beatty, Australia, 2001, 720 pages, col illus, half-tones, diagrams, tabs. Price:GBP 108 hardback

Action for wildlife. The Dartmoor biodiversity action plan

Dartmoor National Park Authority Excellent action plan for Dartmoor, with much useful data on distribution and occurrence, together with clearly formulated plans for faunal and floral groups and individual species.

2001, 200 pages, b\w photos, tabs [A4 format]. Price:GBP 15.50 paperback

The great reshuffling. Human dimensions of invasive alien species Ed. by Jeffrey A McNeely

Proceedings of a workshop on the Global Invasive Species Programme (GISP) held in Cape Town, South Africa, 15-17 September 2000.

IUCN, 2001, 242 pages, figs. Price:GBP 14 paperback

The functional consequences of biodiversity. Empirical progress and theoretical extensions

Ed. by Ann P Kinzag, Stephen Pacala and G David Tilman

Synthesises empirical studies on the relationship between biodiversity and ecosystem functioning and extends that knowledge using a novel and coordinated set of models and theoretical approaches. Also contains a blueprint for moving beyond small-scale studies to regional ones - a move of enormous significance for policy and conservation but one that will entail tackling some of the most fundamental challenges in ecology. Monographs in Population Biology.

Princeton UP, USA, due January 2002, 368 pages, 55 line illus, 12 tabs. Price:GBP 19.95 paperback

Marine conservation science and policy

GC Ray and M McCormick-Ray

Describes current approaches and mechanisms for the conservation of coastal and marine ecosystems, as employed by nations of the North Atlantic for their shared resources and viewpoints. Also covers future issues that can be incorporated into the development of management practices that can lead to sustainable ecosystems and resource uses.

Blackwell Science, due January, 2002, 288 pages, 90 illus. Price:GBP 29.50 paperback

Predicting species occurences. Issues of accuracy and scale

J Michael Scott, Patricia J Heglund and Michael L Morrison

Predictions about where different species are, where they are not, and how they move across a landscape or respond to human activities - if timber is harvested, for instance, or stream flow altered - are important aspects of the work of wildlife biologists, land managers, and the agencies and policymakers that govern natural resources. Despite the increased use and importance of model predictions, these predictions are seldom tested and have unknown levels of accuracy. Predicting Species Occurrences addresses those concerns, highlighting for managers and researchers the strengths and weaknesses of current approaches, as well as the magnitude of the research required to improve or test predictions of currently used models.

Island Press, USA, 2001, 840 pages, tabs. Price:GBP 90 hardback

Protecting biodiversity. Roles and responsibilities

Ed. by Catherine Potvin, Margaret Kraenzel and Gilles Seutin

Intriguing dialogue about the place of humans in nature where the authors asked scientists from developing countries to summarise their experiences of international collaboration and to suggest attitudes and practices that would lead to more fruitful exchanges with northern scientists.

McGill-Queens UP, Canada 2001 160 pages. Price:GBP 20.95 paperback

Biodiversity in the balance. Land use, national development and global welfare

Raffaello Cervigni

'No-one combines the practical experience with analytical expertise in biodiversity conservation better than Raffaello Cervigni. He has worked at so many levels on this problem - local, national and global. This volume dem-

onstrates the manner in which real world experience can inform the better understanding of biodiversity problem solving. I consider it essential reading for all academics and policymakers interested in the economic nature of the solution to this problem.' Timothy M. Swanson University College, London.

Edward Elgar, 2001, 240 pages. Price: GBP 55 hardback

Conservation biology

Andrew S Pullin

Illustrated textbook introducing students to conservation biology. The fundamental problems of habitat loss and fragmentation, habitat disturbance and the non-sustainable exploitation of species in both aquatic and terrestrial ecosystems are explored. Methods that have been developed to address these problems, from the most traditional forms of conservation, to new approaches at genetic to landscape scales are then discussed, showing how the science can be put into practice.

CUP, due March 2002, 300 pages, 119 line diagrams, 15 tables, 41 graphs, 145 figures, 46 maps. Price:GBP 27.95 paperback

For the health of the land. Previously unpublished essays and other writings Aldo Leopold

The book offers a series of forty short pieces, arranged in seasonal "almanac" form, along with longer essays, arranged chronologically, which show the development of Leopold's approach to managing private lands for conservation ends. The writings are vintage Leopold - clear, sensible and provocative, sometimes humorous, often lyrical, and always inspiring.

Shearwater, USA, 2001, 243 pages, illus. Price:GBP 12.95 paperback

Return of the wild. The future of our natural lands

Ed. by Ted Kerasote

Brings together leading thinkers and writers to examine why nature in its most untrammeled state is vitally important to all of us; what currently threatens wild country; and what can be done not merely to conserve more of it, but also to return it to our lives and consciousness. Contributors consider a wide range of topics relating to wild-

lands, and explore the varied economic, spiritual, and ecological justifications for preserving wilderness areas. *Island Press*, USA, 2001, 240 pages, col photos, tabs, maps. Price:GBP 14.50 paperback

The western paradox. A conservation reader

Bernard DeVoto

Brings together ten of DeVoto's harsh and still timely essays on Western US conservation issues, along with his unfinished conservationist manifesto, Western Paradox, which has never before been published.

Yale UP, 2001, 576 pages. Price:GBP 12.99 paperback

Ecology

The poverty of the linnaean hierarchy. A Philosophical Study of Biological Taxonomy

Marc Ereshefsky

Addresses the question of whether biologists should continue using the Linnaean hierarchy to classify organisms. Ereshefsky argues that biologists should abandon the Linnaean system and adopt an alternative that is more in line with evolutionary theory and more able to provide accurate biological classifications. He then moves on to make specific recommendations for a post-Linnaean method of classification.

CUP 328 pages, 21 line illus. Price: GBP 40 hardback

Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance

Charles J Krebs

A classic work, which is a must for professional ecologists. It emphasises the role of experiments in testing ecological ideas and discusses many contemporary and controversial problems related to distribution and abundance. Throughout the text, Krebs thoroughly explains the application of mathematical concepts in ecology while reinforcing these concepts with research references, examples, and interesting end-of-chapter review questions.

Addison Wesley Longman, 5th Edition, 2001, 816 pages, col and b/w figs, tabs. Price:GBP 32.99 hardback

Ecology and field biology

Robert L Smith and Thomas M Smith Presents a comprehansive review of all aspects of ecology, including evolution, ecosystems theory, practical applications, plants, animals, biogeochemical cycles, and global change. Addison Wesley Longman, 6th Edition, 2000, 686 pages, col photos, col & b/w illus, figs, tabs, maps. Price:GBP 32.99 hardback

The architecture of the pan european ecological network. Suggestions for concept and criteria

AJFM Van Opstal

NRC for Nature Management, Netherlands, Rapport IKC Natuurbeheer 37, 2nd Edition, 2000, 100 pages, b\w photos, illus, figs, tabs, maps. Price: GBP 26.95 paperback

Biodiversity dynamics. Turnover of populations, taxa, and communities Ed. by Michael L McKinney and James A Drake

Where paleontologists and ecologists have long had divergent perspectives, this book seeks a middle ground, finding ways for both scientific communities to work together to comprehend biodiversity. 'Stakes out a new territory of disciplinary practice.' Ecology Columbia UP, USA, 2001, 552 pages, figs. Price:GBP 19 paperback

Ecology and design. Frameworks for learning

Ed. by Bart Johnson and Kristina Hill Examines the need for change in the education and practice of landscape architecture and in the physical planning and design professions as a whole and offers recommendations for the integration of ecology within a landscape architecture curriculum, as an example for other design fields such as civil engineering and architecture. Island Press, USA, 2001, 448 pages, photos, figs, tabs. Price:GBP 28.95 paperback

The economy of nature

Robert E Rickleffs

New and revised edition of this popular text, offering a broad and balanced view of all the major aspects of ecology, fom the ecosystem and evolution to population and community.

WH Freeman, 5th Edition, 2001, 700 pages, 550 illus, charts, graphs, col

photos. Price:GBP 29.95 paperback

Stability and complexity in model ecosystems

Robert M May

What makes populations stabilize? What makes them fluctuate? Are populations in complex ecosystems more stable than populations in simple ecosystems? In 1973, Robert May addressed these questions in this classic book. May investigated the mathematical roots of population dynamics and argued counter to most current biological thinking that complex ecosystems in themselves do not lead to population stability. Stability and Complexity in Model Ecosystems played a key role in introducing nonlinear mathematical models and the study of deterministic chaos into ecology, a role chronicled in James Gleick's book Chaos. In the quarter century since its first publication, the book's message has grown in power. Nonlinear models are now at the center of ecological thinking, and current threats to biodiversity have made questions about the role of ecosystem complexity more crucial than ever. In a new introduction, the author addresses some of the changes that have swept biology and the biological world since the book's first publication.

'May's Stability and Complexity in Model Ecosystems was undoubtedly the most influential treatise in theoretical ecology since the pioneering efforts of Volterra and Lotka. It transformed the subject by brokering a marriage between theory and fact that had beenand is still too often-missing in theoretical ecology. It is no coincidence that the full integration of theory into ecology has occurred since the original appearance of this landmark book. May's new introduction wonderfully places events in perspective.' Simon Levin, Princeton, University Monographs in Population Biology 6.

Princeton UP, USA, 2001, 292 pages, figs. Price:GBP 12.95 paperback

The theory of island biogeography R MacArthur and EO Wilson

Biogeography was stuck in a "natural history phase" dominated by the collection of data, the young Princeton biologists Robert H. MacArthur and Edward O. Wilson argued in 1967. In

this book, the authors developed a general theory to explain the facts of island biogeography. The theory builds on the first principles of population ecology and genetics to explain how distance and area combine to regulate the balance between immigration and extinction in island populations. The authors then test the theory against data. The Theory of Island Biogeography was never intended as the last word on the subject. Instead, MacArthur and Wilson sought to stimulate new forms of theoretical and empirical studies, which will lead in turn to a stronger general theory. Even a third of a century since its publication, the book continues to serve that purpose well. From popular books like David Quammen's Song of the Dodo to arguments in the professional literature, The Theory of Island Biogeography remains at the center of discussions about the geographic distribution of species. In a new preface, Edward O. Wilson reviews the origins and consequences of this classic book.

'MacArthur and Wilson's is arguably the most influential book in biogeography in the last hundred years. With its emphasis on on-going processes of colonization and extinction, it provided a new framework to explain patterns in species diversity and served as a counterpoint to hypotheses relying on chance and solitary historical events. Many of the antecedents for what we now call conservation biology, invasion biology, and landscape ecology had their origins here.' Ted Case, University of California, San Diego Monographs in Population Biology 1.

Princeton UP, USA, 2nd Edition, 2001, 224 pages, figs, tabs. Price:GBP 12.95 paperback

Design and analysis of ecological experiments

Ed. by Samuel M Scheiner and Jessica Gurevitch

OUP, USA, 2nd Edition, 2001, 415 pages, figs, tabs. Price:GBP 24.95 paperback

A handbook of industrial ecology

Ed. by Robert U Ayres and Leslie W Avres

Edward Elgar, 2001, 750 pages. Price: GBP 190 hardback

Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process

M Turner, R Gardner and R O'Niell Provides a broad overview of landscape ecology, including its development, the methods and techniques that are employed, the major questions addressed, and the insights that have been gained. Springer, 2001, 401 pages, figs, tabs. Price: GBP 47.50 paperback and CD set

Ecological assembly rules. Perspectives, advances, retreats

Ed. by Evan Weiher and Paul Keddy Brings together contributions which examine the question of the existence and nature of assembly rules with rigour and in some detail, using both theoretical and empirical approaches in a variety of systems. Encompasses a wide range of topics within ecology such as competition and coexistence, conservation and biodiversity, niche theory, and biogeography.

CUP, 2001, 418 pages, Figs, tabs. Price:GBP 27.95 paperback

The silver lining. The benefits of natural disasters

Seth R Reice

'Seth Reice melds his own, original work on non-equilibrium ecology with a good basic introduction to community ecology and current, very important issues in conservation ecology/biodiversity. The book is highly accessible, and the chapters on fire and floods are brilliant.' Niles Eldredge, American Museum of Natural History.

Princeton UP, USA 2001 240 pages, 15 line illus, 3 tabs. Price:GBP 17.95 hardback

The ghosts of evolution. Nonsensical fruit, missing partners and other ecological anachronisms

Connie Barlow

Explores one of the hottest new ideas in ecological theory, that the dense web of dependencies which makes up an ecosystem contains an overlooked factor - time. Most organisms are adapted for relationships with other organisms, or 'missing partners', that are now extinct. Barlow suggests that current ripples of biodiversity loss may thus turn into cascades of extinction.

Basic Books, USA, 2001, 291 pages, b\w photos, illus. Price:GBP 21.50 hardback

Monitoring ecological impacts. Concepts and practice in flowing waters Barbara J Downes, Leon A Barmuta, Peter G Fairweather and Daniel P Faith Provides the tools needed to design assessment programs that can reliably monitor, detect and allow management of human impacts on the natural environment. Step-by-step guidelines and flow diagrams provide useable protocols, which can be applied in any region of the world and to a wide range of human impacts. In addition, case studies are used to show how the theory can be put into practice.

CUP, due January 2002, 420 pages, 37 line illus, 36 tabs. Price:GBP 60 hardback

ENVIRONMENTAL SCIENCES

Analytical methods for environmental monitoring

 $\label{eq:Frank Taylor} Frank Taylor, Mike Cartwright and Rafi Ahmad$

Provides comprehensive coverage of all the major, broadly applicable methods, from traditional methods to biosensos and remote sensing, giving practical guidance on their use.

Prentice-Hall, 2000, 336 pages. Price: GBP 40 paperback

Environmental restoration. Ethics, theory and practice

Ed. by William Throop Prometheus, USA, 2000, 240 pages, tabs. Price:GBP 19.50 paperback

The satanic gases: clearing the air about global warming

P/Balling,RC Michaels

Global warming is vastly overrated as an environmental threat, argue leading climatologists Patrick J. Michaels and Robert Balling, Jr. The Satanic Gases presents an impressive array of scientific data, studies, and analyses that argue, cogently and consistently, that the initial forecasts of rapid global warming were simply wrong. But, perhaps more important, the book suggests that attempts to "fix" the forecast by the UN's Intergovernmental Panel on Climate Change are even more misguided than the original projections. Cato, 2000, 234 pages, figs, tabs, maps. Price:GBP 7.99 paperback

Who owns the sky?. Our common as-

sets and the future of capitalism Peter Barnes

Debate about the costs and benefits of addressing climate change. proposing a market-based institution called a Sky Trust that would set limits on carbon emissions. The Trust would be funded by requiring polluters to pay for the right to emit carbon dioxide, and managed by a non-governmental agency. *Island Press*, USA, 2001, 208 pages, photos, figs, tabs. Price:GBP 20.95 hardback

Apocalypse: a natural history of global disasters

B McGuire

Cassell, 1999, 256 pages, illus, figs, tabs, maps. Price: GBP 14.99 paperback

Dryland rivers. Processes and management in mediterranean climates Louise Bull and Mike Kirkby *Wiley*, 2001, 352 pages. Price:GBP 95 hardback

Natural remediation of environmental contaminants. Its role in ecological risk assessment and risk management

SETAC, USA, 2000, 480 pages. Price: GBP 115

Environmental toxicology

David A Wright and Pamela Welbourn Introductory textbook dealing with many aspects of the subject, from the molecular to the ecosystem level. *CUP*, 2001, 688 pages, illus, tabs. Price:GBP 27.95 paperback

OECD environmental outlook OECD

Provides economy based projections of environmental pressures and changes in the state of the environment to 2020. Drawing on an analysis of the economics, social and technological forces driving environmental change, this report provides projections to 2020 of environmental pressures from key economic sectors (agriculture, forestry, fishery, transport, energy and selected industry sectors) and changes in the state of the environment for selected environmental issues (freshwater, biodiversity, climate change, air quality and waste).

OECD, France, 2001, 327 pages, figs, tabs. Price:GBP 64 paperback

Encyclopedia of global change. Environmental change and human society

Ed. by Andrew S Goudie and David J Cuff

A comprehensive, interdisciplinary reference source on the natural and human-made changes in the earth's physical, biological, and chemical systems. The 300 original articles and many illustrations present the full range of interactions between technological, political, and economic forces and the state of the planet.

OUP, 2001, 1440 pages, 33 b/w illus, 300 figs, 95 maps. Price:GBP185 hardback

Population ecotoxicology

Michael C Newman Wiley, 2001, 228 pages, figs, tabs. Price:GBP 65 hardback

Natural and enhanced remediation systems

Suthan S Sutherson CRC Press, USA, 2001, 448 pages. Price:GBP 66.99 hardback

Treatment of contaminated soil. Fundamentals. Analysis, applications Ed. by R Stegmann, G Brunner, WZ Calmano and G Matz

Springer, 2001, 650 pages, figs, tabs. Price:GBP 86 hardback

ANIMAL & GENERAL BIOLOGY

Biofilms in the aquatic environment Edited by C W Keevil

Addresses issues relating to the structure and physiology of biofilms in aquatic systems, in particular, strategies for treatment and control.

RSC 242 pages. Price: GBP 93 hard-back

Community structure and co-operation in biofilms

Edited by David G Allison, P Gilbert, Hilary Lappin-Scott and Michael Wilson

CUP, 350 pages, col plates\ 33 line illus\24 b\w illus. Price: GBP 65 hardback

Wild minds: what animals really think Marc D Hauser

Hauser, an acclaimed scientist in the field of animal cognition, uses insights

from evolutionary theory and cognitive science to examine animal thought, treating animals neither as machines devoid of feeling nor as extensions of humans, but as independent beings driven by their own complex impulses. Henry Holt, USA, 2000, 315 pages, illus. Price:GBP 21.50 hardback

Animal minds. Beyond cognition to consciousness

Donald R Griffin

In this newly revised edition of this classic text, Griffin moves beyond animal cognition to argue that scientists can and should investigate questions of animal consciousness. Using examples from studies of species ranging from chimpanzees and dolphins to birds and honeybees, he demonstrates how communication among animals can serve as a window into what animals think and feel. Griffin also reviews the latest research in cognitive neuroscience, and considers the latest scientific research on animal consciousness and explores its profound philosophical and ethical implications.

Chicago UP, USA, 2001, 2nd Edition, 376 pages. Price: GBP 17.50 hardback

Chance in biology. Using probability to explore nature

Mark Denny and Steven Gaines

'This is a thoroughly delightful and scholarly tour through the theory and application of probability and statistics in biology. The reader will learn much about the fundamentals of stochastic preesses, as well as much about the biology itself. The best of mathematical biology.' - Simon Levin, Princeton University

Princeton UP, USA, 2001, 424 pages, 4 b/w illus, 81 illus, 7 tables. Price:GBP 25 hardback

Parasite rex: inside the bizarre world of nature's most dangerous creatures C Zimmer

'As Zimmer shows, parasites are the real drivers of evolution: we live at best only arm's length from the unseen creatures that control our lives. Zimmer loves his subject, and his treatment is gentle rather than sensational: the understatement only heightens the horror. Read Parasite Rex and shudder – your dinner party conversations will never be the same again.' Henry

Gee, Senior Editor at Nature and author of In Search of Deep Time Free Press, USA, 2000, 298 pages, b\w

photos, figs. Price:GBP 20.95 hardback

Sensory exotica. A world beyond human experience

Howard C Hughes

The book is divided into four parts: biosonar, biological compasses, electroperception, and chemical communication. Although it is filled with fascinating descriptions of animal sensitivities - the sonar system of the bat, for example, rivals that of the most sophisticated human-made devices - the author's goal is to explain the anatomical and physiological principles that underlie them.

MIT Press, 2001, 345 pages, 124 illus. Price:GBP 11.50 paperback

Official lists and indexes of names and works in zoology

Melville and Smith

Provides details on all the names and works on which the Commission had ruled and placed on the Official lists and Indexes since it was set up in 1895 through to the end of 1985. Contains 9917 entries, 9783 being family group, generic or specific names and 134 relating to works.

ITZN, 2nd Edition, 2001, 366 pages. Price:GBP 75 hardback

Official list and indexes of names and works in zoology. Supplement 1986-2000

Edited by JDD Smith

Presents an additional 601 opinions and directions as published between 1986 and 2000 in the Bulletin of Zoological Nomenclature listing 2371 names and 14 works placed on the Official Lists and Indexes.

ITZN, 2001, 136 pages. Price:GBP 100 hardback

Ecology of wildlife diseases

Peter Hudson, Annapaola Rizzoli, Bryan Grenfell and Hans Heesterbeek The study of epidemiology is an essential part of understanding how infectious diseases emerge, and how they affect humans, wildlife and wildlife conservation. The integration of modelling techniques with parasitology and population dynamics has been hugely significant for our understanding of

disease dynamics. This book on wildlife epidemiology brings the subject right up to date, covering the most recent empirical and theoretical developments in the field.

OUP, 2001, 240 pages, line illus. Price:GBP 24.95 paperback

Yeasts of the world

T Boekhout et al World Biodiversity Database. Springer, 2001. Price:GBP 86.66 CD (Windows)

Marine microbiology. Methods in microbiology

Edited by John paul

Academic Press, 2001, 666 pages, illus, figs, tabs. Price:GBP 39.95 spiralbound

Algal adaptation to environmental stress. Physical, biochemical and molecular mechanisms

Edited by LC Rai and JP Gaur Springer, 2001, 421 pages, 67 figs, 23 tabs. Price:GBP 132 hardback

Animal eyes

Michael F Land

Provides a comprehensive account of all known types of eye, and covers the way they work, from optics to behaviour.

OUP, 2001, 272 pages, 16 col plates, b/w photos, illus. Price:GBP 24.95 paperback

Hierarchy in the forest. The evolution of egalitarian behavior Christopher Boehm

Are humans by nature hierarchial or egalitarian? By examining the evolutionary origins of social and political behaviour, the author, an anthropologist whose fieldwork has focused on the political arrangements of human and non human primate groups, postulates that egalitarianism is in effect a hierarchy in which the weak combine forces to dominate the strong.

 ${\it Harvard\,UP\,2001\,320\,pages.\,Price:GBP} \\ 13.95\ paperback$

Longevity records: life spans of mammals, birds, amphibians, reptiles and fish

J Carey and DS Judge

Odense Monographs on Population and Aging Series 8.

Odense UP, Denmark, 2000, 241 pag-

es. Price:GBP 28.50 hardback

EVOLUTIONARY BIOLOGY

Cultural landscapes and environmental change

Lesley Head

Attempts to bridge the gap between the sciences and the humanities by reviewing the most important methodological and conceptual tools that help environmental scientists understand cultural landscapes. Key Issues in Environmental Change.

Arnold, 2000, 179 pages, b\w photos, figs, tabs, maps. Price:GBP 16.99 paperback

The green book of language revitalization in practice. Toward sustainable development

L Hinton and K Hale Academic Press, 2001, 450 pages. Price:GBP 26.95 paperback

The book of life. An illustrated history of the evolution of life on earth Ed. by Stephen Jay Gould, Peter Andrews, John Barber, Jean-Paul Tibbles and M Benton

This great book is at once a readable introduction to paleobiology, the fossil record and evolutionary theory (with contributions from Michael Benton, Christine Janis, Peter Andrews, Christopher Stringer and others) and a unique illustrated survey (with hundreds of paintings, drawings, charts and graphs) of the history of life on earth. The authors take us (in chronological sequence) from the emergence of bacteria 4 billion years ago to the evolution of homo sapiens in recent geological time. Highly recommended - there are no other books quite like this one.

Norton, USA, 2nd Edition, 2001, 256 pages, col photos. Price:GBP 33.50 hardback

Deep time. Cladistics, the revolution in evolution

Henry Gee

Rather than looking to fossils to tell us limited stories of ascent and descent, cause and effect, Henry Gee shows us that by using the technique of cladistics the story of evolution is at last freed from the limitations of human imagination. This timely text offers a revolutionary new approach to evolution. 'Henry Gee's book will surprise, outrage and delight you - and make you think.' Jared Diamond

Fourth Estate, 2001, 272 pages, 13 b/w illus. Price:GBP 7.99 paperback

Primate origins of human cognition and behaviour

Ed. by T Matsuzawa

Aims to illuminate the primate origin of human cognition and behaviour through field observation and environmental analysis.

Springer, 2001, 586 pages. Price:GBP 79 hardback

Economics in nature. Social dilemmas, mate choice and biological markets

Ed. by Ronald Noe, Jan A R A M Van Hoof and Peter Hammerstein

Combines insights from economics, evolutionary biology and the social sciences to look at comparative aspects of economic behaviour in humans and other animals.

CUP, 2001, 295 pages, illus, tabs. Price:GBP 55 hardback

Dawkins vs. Gould. Survival of the fittest

Kim Sterenly

Sterenly moves beyond caricature to expose the real differences between the conceptions of evolution of these two leading scientists. He shows that the conflict extends beyond evolution to their very beliefs in science itself; and, in Gould's case, to domains in which science plays no role at all. *Icon Books*, 2001, 161 pages. Price:GBP 5.99 paperback

GENERAL NATURAL HISTORY

9.95 paperback

Tiny game hunting. Environmentally healthy ways to trap and kill the pests in your house and garden

Hilary Dole Klein and A. M Wenner Shows how to triumph in combat with pests without losing the war to toxic chemicals. Illustrated with detailed drawings, it gives more than two hundred tried-and-true ways to control or kill common household and garden pests without using toxic pesticides. *California UP*, USA, 2nd Edition, 2001 275 pages, 80 line illus. Price:GBP

How to photograph in natural light G Schaub

Stackpole, USA, 2000, 117 pages, col photos. Price:GBP 16.50 paperback

Homage to Gaia. The life of an independent scientist

James Lovelock

Lovelock tells us the history behind his famous Gaia theory and talks us through his many inventions including the electron capture detector, and his work for many organizations around the world.

'There aren't many books that show what it's like to grow up in Dickensian squalor; to see all the rivets on Dr Strangelove's first creation, the V1 bomb, as it flies past; to bring nearly frozen hamsters back to life; and to make one of the most valuable, life-affirming discoveries of the 20th century. But that's what James Lovelock does in this sprawling intellectual and personal autobiography, which he modestly describes as a "memory dump".' Caspar Henderson, The Ecologist.

OUP, 2001, 396 pages, 16 b/w plates. Price:GBP 8.99 paperback

Human frontiers, environments and disease. Past patterns, uncertain futures

Tony McMichael

'This is a splendidly written book - a revelation about human health over the millennia. From yellow fever to hypertension it underscores the larger framework of environment-health links. We will be better able to handle the future if more people read this insightful book.' Thomas E. Lovejoy, Smithsonian Institution.

'This book achieves an unusual and important systhesis of the large-scale evolutionary, social and environmental influences on human health and survival. This ecological perspective, highlighting the history of disease and wellness, the state of our epidemiological environment, and the general impacts of recent cultural trends on wellbeing, is essential if we are to achieve a sustainable future.' Paul R. Ehrlich, Bing Professor of Population Studies, Stanford University.

 $\it CUP, 2001, 400$ pages, 4 b/w photos, 29 line illus. Price:GBP 14.95 paperback

HABITATS, ECOSYSTEMS & NATURAL SPACES

Biodiversity and environmental impact assessment: a good practice guide for road schemes

Helen Byron

Aims to help Environmental Impact Assessment (EIA) achieve its potential by providing best practice guidance on the treatment of biodiversity in EIAs for road schemes. It provides a detailed approach that is applicable not just to road schemes, but to EIAs of other developmental types, and will complement existing guidance and should help all participants in the road EIA process - government, local authorities, planners and ecologists, statutory and nature conservation bodies, developers and promoters, and environmental and ecological consultants involved in the preparation of road Environmental Impact Statements.

RSPB, 2000, 119 pages, tabs. Price:GBP 29.50 paperback

Ecosystem approaches to landscape management in central europe. A contribution to the IGBP core projects BAHC and GCTE

JD Tenhunen, R Lenz and R Hantschel

The challenges in ecosystem science encompass a broadening and strengthening of interdisciplinary ties, the transfer of knowledge of the ecosystem across scales, and the inclusion of anthropogenic impacts and human behavior into ecosystem, landscape, and regional models. The volume addresses these points within the context of studies in major ecosystem types viewed as the building blocks of central European landscapes. Ecological Studies 147.

Springer, 2000, 580 pages, 217 figs, 72 tabs. Price:GBP 103 hardback

Soil analysis. Sampling, instrumentation and quality control

M Pansu, J Gaytheyrou and J-Y Loyer Balkema, Netherlands, 2000, 500 pages. Price:GBP 62 hardback

Streams. Their ecology and life CE Cushing and J David Allan Combines a discussion of the ecology of streams and rivers with an illustrative field guide of the plants and animals found in the running waters of

North America. Although this book uses North American examples, much of the ecological processes, interactions and classifications are covered are applicable to running waters worldwide. *Academic Press*, 2000, 360 pages. Price:GBP 32.95 paperback

Sustainable small-scale forestry. Socio-economic analysis and policy Ed. by SR Harrison, JL Herbohn and KC Herbohn

Edward Elgar, 2000, 272 pages. Price: GBP 59.95 hardback

Against the tide. The battle for America's beaches

Cornelia Dean

'Cornelia Dean has done a terrific job in presenting this material, some of it very complex, in highly readable form and in clear, crisp prose. I look at this book doing the same thing for coastal conservation (and appealing to the same audience) as Marc Reisner's seminal Cadillac Desert did for Western water issues, the Bureau of Reclamation, and the building of dams. It takes an issue we all think we know (who hasn't been to the beach?) and turns the conventional wisdom on its head.' David Williamson, The Nature Conservancy. Columbia UP, USA, 2001, 336 pages,

Ecosystems management: lessons from around the world. A guide for development and conservation practitioners

27 photos. Price:GBP 11.95 paperback

Ed. by Jean Yves Pirot, Peter John Meynell and Danny Elder

Commissioned by the World Bank Environment Department and prepared by IUCN - The World Conservation Union, this guide was produced to enable natural resource managers to benefit from the lessons learned by other development practitioners and conservation organizations.

IUCN, 2000, 129 pages, tabs. Price: GBP 15 paperback

The historical ecology handbook. A restorationist's guide to reference ecosystems

Ed. by Dave Egan and Evelyn Howell Makes essential connections between past and future ecosystems, bringing together leading experts to offer a much-needed introduction to the field of historical ecology and its practical application by on-the-ground restorationists.

Island Press, USA, 2000, 480 pages, photos, illus, tabs, maps. Price:GBP 26.95 paperback

Lessons from Amazonia. The ecology and conservation of a fragmented for-

Richard O Bierregaard, Thomas E Lovejoy, Claude Gascon and Rita Mesquita

Presents the results of the longest-running and most comprehensive study of forest fragmentation ever undertaken, the Biological Dynamics of Forest Fragments Project (BDFFP) in central Amazonia, the only experimental study of tropical forest fragmentation in which baseline data are available before isolation from continuous forest took place.

Yale UP, 2001, 544 pages, 13 col plates, 93 b/w illus. Price:GBP 50 hardback

Understanding soil change. Soil sustainability over millennia, centuries and decades

DD Richter and D Markewitz

Explores a legacy of soil change in southeastern North America, a region of global ecologic, agricultural, and forestry significance: from the acidic soils of primary hardwood forests that covered the region until about 1800, through the marked transformations affected by long-cultivated cotton, to contemporary soils of rapidly growing and intensively managed pine forests. CUP, 2001, 240 pages, illus, tabs. Price:GBP 42.50 hardback

Coastal dune management. Shared experience of european conservation practice

Ed. by JA Houston, SE Edmondson and PJ Rooney

Addresses the key issues for coastal dune conservation in the early twentyfirst century based on an understanding of the dynamic nature of dune systems and the shared experience of practical dune management in northwest Europe.

Liverpool UP, 2001, 320 pages, b/w illus. Price:GBP 29.95 paperback

Forests under fire. A century of ecosystem mismanagement in the southwest Ed. by Christopher J Huggard and Authur R Gomez

Arizona UP, USA, 2001, 350 pages, illus. Price:GBP 39.50 hardback

Forests and water guidelines Forestry Commission Forestry Commission, 3rd Edition, 2000, 36 pages, illus. Price:GBP 8.95 paperback

The pond book. A guide to management and creation of ponds

P Williams et al

Excellent manual. Contents include: History of Ponds; Pond Assessment and Management; Planting and Managing Plants for Ponds; Managing Water Depths and Levels; and Making New Ponds.

Oxford Brookes Pond Action, 2001, 105 pages, illus, tabs. Price:GBP 17.50 Reprinting paperback

Restoring and managing riparian woodlands

John Parrott and Neil MacKenzie Explores the ecological relationship between native riparian woodland and fresh water, providing guidance on the management and restoration of these woodlands.

Scottish Native Woods, 2000, 36 pages, col photos, illus, tabs. Price:GBP 6.95 paperback

Demonstration of reedbed filtration systems at WWT Slimbridge and WWT Martin Mere

Matthew Millett WWT, 1997, 120 pages, figs, tabs. Price:GBP 26.95 spiralbound

Habitat management for invertebrates: a practical handbook P Kirby

Welcome reprint of this invaluable handbook, produced jointly by RSPB and the Joint Nature Conservation Committee. Many invertebrates are highly specialised creatures with very precise habitat requirements. This means that they can be very sensitive indicators of environmental change. It also means that they can be lost from a site through small changes in management of their habitat. This book is the first practical manual covering management for invertebrates: it provides guidelines to enable reserve managers to take account of the vulnerable habitat features so important to invertebrates. After a long delay, due to be reprinted in April/May 2001. Price given is provisional.

RSPB, 2001, 150 pages, b/w photos, line illus. Price:GBP 12.50 Reprinting - paperback

The pilot analysis of global ecosystems: agroecosystems

Stanley Wood, Kate Sebastian, Sara Scherr and IFPR

Quantitatively and qualitatively assesses the condition of agroecosystems in terms of the delivery of a number of key goods and services valued by society. Also deals with soil resource condition, both as a determinant of agroecosystem capacity to produce goods and services and as a consequence of agroecosystem management practices. It reveals that environmental damage threatens future world food production. Pilot Analysis of Global Ecosys-

WRI, USA, 2000, 100 pages. Price:GBP 16.95 paperback

The pilot analysis of global ecosystems: forest ecosystems

Emily Matthews, Richard Payne, Mark Rohweder and Siobhan Murray

Analyzes datasets at the global, national, and subnational levels, and draws on published and unpublished scientific studies. It develops selected indicators that describe the condition of the world's forests, where condition is defined as the current and future capacity of forests to provide the full range of goods and services that humans need and consume. It shows that forest areas in developed countries continue to increase slightly, while clearance for agriculture, development, and logging in developing countries is reducing their forests by at least 140,000 square kilometers every year. Pilot Analysis of Global Ecosystems.

WRI, USA, 2000, 100 pages. Price:GBP 16.95 paperback

The pilot analysis of global ecosystems: freshwater systems

Carmen Revenga, Jake Brunner, Norbert Henninger, Richard Payne and Ken Kassem

Analyzes quantitative and qualitative information and develops selected indicators of the condition of the world's freshwater systems, revealing that the world's freshwater systems are so degraded that their ability to support human, plant and animal life is greatly in peril. Pilot Analysis of Global Ecosystems.

WRI, USA, 2000, 100 pages. Price:GBP 20.95 paperback

The pilot analysis of global ecosystems: grassland ecosystems

Robin White, Siobhan Murray and Mark Rohweder

Examines grassland ecosystems of the world using a large collection of spatial and temporal data, analyzing datasets primarily at the global level. It presents quantitative indicators and qualitative information on the condition of the world's grasslands, looking at the current and future capacity of these ecosystems to provide goods and services important to humans. The report warns that the world's grasslands have declined in their extent and condition, as well as their ability to support human, plant, and animal life. Pilot Analysis of Global Ecosystems. WRI, USA, 2000, 100 pages. Price:GBP 20.95 paperback

The marine monitoring handbook Ed. by Davies et al

Presents the very latest information on the effective monitoring of Marine Special Conservation Areas (SACs), including guidance on appropriate techniques. It is an informative insight into how the UK nature conservation agencies will be monitoring marine SACs in the future and is equally useful for others working in the field of marine environmental monitoring.

JNCC, 2001, c. 400 pages. Price:GBP 15

The rhizosphere. Biochemistry and organic substances at the soil-plant interface

Ed. by Roberto Pinton, Zeno Varanini and Paolo Nannipieri

Marcel Dekker, USA, 2001, 424 pages, figs, tabs. Price:GBP 165 hardback

The facts on file dictionary of ma-

rine science

Barbara Charton

Revised edition containing over 2500 entries dealing with the basic vocabulary of marine science.

Facts on File, 2nd Edition, 2001, 400 pages, 100 b/w illus. Price:GBP 14.95 paperback

Freshwater ecology: an introduction

G Closs, A Boulton and B Downes Student textbook introducing the key concepts in freshwater ecology, covering scientific methods and processes and addressing key ecological questions. Also contains illustrations from a number of international case histories.

Blackwell Science, due January 2002, 216 pages, 120 illus. Price:GBP 19.95 paperback

Gaia organic basics: compost Charlie Ryrie

Guidance for how, what, and why to compost. Gaia Organic Basics.

Gaia Books, 2001, 62 pages, col photos. Price:GBP 5.99 paperback

Gaia organic basics: soil

Charlie Ryrie

Simple steps to healthy and productive soil in your garden. Gaia Organic Basics.

Gaia Books, 2001, 62 pages, col photos. Price:GBP 5.99 paperback

Land-use changes and their environmental impact in rural areas in Europe

Ed. by R Kronert, J Baudry, IR Bowler and A Reenberg

Man and the Biosphere Series 24. *UNESCO*, France, 1999, 261 pages, figs, tabs, maps. Price:GBP 75 hardback

A practical guide to understanding, managing, and reviewing environmental risk assessment reports

Ed. by Sally L Benjamin and David A Belluck

CRC Press, USA, 2001, 680 pages, illus. Price:GBP 59.99 hardback

River, coastal and estuarine mor-

phodynamics

G Seminara and P Blondeaux Springer, 2001, 224 pages, figs, tabs. Price:GBP 55 hardback

The rivers handbook: volume 3. Drought in the humid temperate zone

Drought in the humid temperate zone Ed. by G Petts and G McGregor

Presents a critical analysis of issues involved in developing effective strategies for drought management and planning in the humid temperate zone, providing the basis for advancing scientifically-sound water resources management for the next millennium.

Blackwell Science, due January 2002, 480 pages. Price:GBP 89.50 hardback

Criteria and indicators for sustainable forest management

Ed. by A Brown, D Flinn and J Raison IUFRO Research Series 7.

CABI, 2001, 462 pages, figs, tabs. Price:GBP 65 hardback

Deforesting and restoring peat bogs.

A review

Russell Anderson

Sets out the policies on conserving and restoring peatland habitats, habitats that contain specialist flora and fauna. This technical paper answers questions about the restoration of peat bogs and reviews relevant scientific literature and unpublished material, and draws on lessons learned in restoring bogs damaged by other land uses. Forestry Commission Technical Papers 32.

Forestry Commission, 2001, 28 pages, b/w photos, tabs. Price:GBP 12.50 paperback

Practical solutions handbook. Equipment, techniques and ideas for wildlife management

English Nature

Contains examples of machinery, tools, equipment and management techniques that have been developed or adapted to address particular land management problems in the UK, along with a wealth of additional sources of information. Now also available as a

English Nature, 2000, 72 pages, col and b/w photos. Price:GBP 18.74 CD

BIOLOGIA AMBIENTALE

biologia.ambientale@cisba.it ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

Manoscritti. I lavori proposti per la pubblicazione devono essere scritti su un unico lato del foglio e, compatibilmente con il loro contenuto, devono essere suddivisi in: introduzione, materiali e metodi, risultati, discussione, eventuali ringraziamenti, bibliografia, tabelle, figure. Qualora il lavoro sia già stato pubblicato o sottoposto all'attenzione di altri editori, la circostanza deve essere chiaramente segnalata: in tal caso il lavoro potrà essere preso in considerazione solo per la recensione nella sezione Informazione & Documentazione.

Titolo e Autori. Il titolo deve essere informativo e, se possibile, conciso; deve essere indicato anche un titolo breve (massimo cinquanta caratteri) da utilizzare come intestazione delle pagine successive alla prima. Il titolo deve essere seguito dal cognome e dal nome (per esteso) di tutti gli autori. Di ogni autore (contrassegnato da un richiamo numerico) deve essere riportato l'indirizzo postale completo dell'istituto nel quale è stato svolto lo studio. Il nome dell'autore referente per la corrispondenza con la redazione e con i lettori deve essere contrassegnato anche da un asterisco; il suo indirizzo di posta ordinaria deve essere seguito anche dal numero di telefono, di fax e dall'indirizzo di posta elettronica; soltanto tramite quest'ultimo saranno inviate le bozze per la correzione.

Riassunto, abstract e parole chiave. Il riassunto (lunghezza massima 250 parole) deve sintetizzare lo scopo dello studio, descrivere gli esperimenti, i principali risultati e le conclusioni; deve essere seguito dalle parole chiave, separate da una barra obliqua. Devono essere altresì riportati in lingua inglese il titolo e un abstract (massimo 250 parole), seguiti dalle key words separate da una barra obliqua.

Figure e tabelle. Le figure, con la loro didascalia al piede e numerate con numeri arabi, non devono essere inserite nel testo, ma in fogli separati alla fine del testo. È gradita l'indicazione, a penna, della posizione preferita per l'inserzione di ciascuna figura nel dattiloscritto. Anche le tabelle devono essere riportate in fogli separati, alla fine del dattiloscritto; devono essere complete di titolo e numerate con numeri romani. Occorre curare titoli, legende e didascalie in modo da rendere le tabelle e le figure autosufficienti, comprensibili cioè anche senza consultare il testo. Per le figure (grafici, disegni o fotografie di buona qualità), si raccomanda agli autori di verificare con opportune riduzioni l'aspetto finale e la leggibilità delle scritte, tenendo conto che verranno stampate riducendone la base a 80 mm (una colonna) o 170 mm (due colonne). Non inviare fotografie o grafici a colori senza essersi accertati che la loro stampa in bianco e nero assicuri comunque l'agevole riconoscibilità delle diverse sfumature o retinature. Nella scelta degli accorgimenti grafici privilegiare sempre la facilità e immediatezza di lettura agli effetti estetici.

Bibliografia. Al termine del testo deve essere riportata la bibliografia in ordine alfabetico. Ad ogni voce riportata nell'elenco bibliografico deve necessariamente corrispondere il riferimento nel testo e viceversa. Per il formato tipografico e la punteggiatura, attenersi strettamente ai seguenti esempi:

Dutton I.M., Saenger P., Perry T., Luker G., Worboys G.L., 1994. An integrated approach to management of coastal aquatic resources. A case study from Jervis Bay, Australia. Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems, 4: 57-73.

Hellawell J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 546 pp. Pulliam H.R., 1996. Sources and sinks: empirical evidence and population consequences. In: Rhodes O.E., Chesser R.K., Smith M.H. (eds.), Population dynamics in ecological space and time. The University of Chicago Press, Chicago: 45-69.

Corbetta F., Pirone G., (1986-1987) 1988. I fiumi d'Abruzzo: aspetti della vegetazione. In: Atti Conv. Scient. "I corsi d'acqua minori dell'Italia appenninica. Aspetti ecologici e gestionali", Aulla (MS), 22-24 giugno 1987. Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 6-7: 95-98.

Proposte di pubblicazione. Due copie del manoscritto su supporto cartaceo devono essere inviate a:

Redazione di Biologia Ambientale, ARPAT, Via del Patriota 2 – 54100 Massa (MS) – I c.a. Giuseppe Sansoni

Il manoscritto deve essere accompagnato da una copia su supporto magnetico; in alternativa, quest'ultima può essere inviata all'indirizzo di posta elettronica biologia.ambientale@cisba.it

I manoscritti saranno sottoposti alla lettura di revisori scientifici; entro due mesi l'autore indicato come referente per la corrispondenza sarà informato delle decisioni della redazione. Per evitare ritardi nella pubblicazione e revisioni del testo, si raccomanda vivamente agli autori di prestare la massima cura anche alla forma espositiva che deve essere concisa, chiara, scorrevole e in buon italiano, evitando neologismi superflui. Tutte le abbreviazioni e gli acronimi devono essere definiti per esteso alla loro prima occorrenza nel testo. I nomi scientifici delle specie devono essere sottolineati (saranno convertiti in corsivo prima della stampa).

I dattiloscritti, compreso il materiale illustrativo, non verranno restituiti, salvo esplicita richiesta dell'autore all'atto dell'invio del materiale. La redazione si riserva il diritto di apportare ritocchi linguistici e grafici e di respingere i manoscritti che non rispettano i requisiti delle presenti istruzioni per gli autori. Le opinioni espresse dagli autori negli articoli firmati non rispecchiano necessariamente le posizioni del C.I.S.B.A.

Bozze ed estratti. Le bozze di stampa verranno inviate all'autore indicato come referente per la corrispondenza, che deve impegnarsi ad una correzione molto accurata e al nuovo invio alla redazione entro 5 giorni; trascorso tale periodo, il lavoro può essere pubblicato con le sole correzioni dell'editore. All'autore referente per la corrispondenza verrà inviato il numero della rivista e, tramite e-mail, il file dell'estratto in formato *.PDF, utilizzabile per riprodurre il numero desiderato di estratti.

Formato dei file. Oltre al manoscritto vanno inviati, su supporto magnetico, i relativi file. Per assicurare la compatibilità con tutti i programmi di videoscrittura e di impaginazione il file contenente il testo va inviato in triplice versione: formato solo testo (*.txt), rich text format (*.rtf) e WinWord (*.doc, preferibilmente salvato nel formato della sua penultima versione commerciale). I grafici devono essere in bianco e nero ed essere sempre accompagnati dalla tabella dei dati di origine; per quelli realizzati con fogli elettronici inviare il file contenente i grafici e i dati di origine (preferibilmente salvato nella penultima versione commerciale di Excel) al fine di consentire eventuali modifiche al formato volte a migliorarne la leggibilità. I file delle figure al tratto vanno inviati preferibilmente in formato *.tif; quelli delle fotografie preferibilmente in formato *.jpg. Per formati di file diversi da quelli sopra indicati, precisare il software utilizzato. Per ogni chiarimento tecnico contattare Giuseppe Sansoni (tel. 0585 899409, fax 0585 47000, e-mail: biologia.ambientale@cisba.it).

BIOLOGIA AMBIENTALE

Spediz. in abbon. post, art. 2, comma 20/c, L. 662/96, filiale Reggio Emilia Tassa pagata - Taxe perçue

Volume 16 Numero 1 Aprile 2002

	0.11		SOMMARIO	1,7
Lavori originali		7	Rossi S., Montagna S., Nardi P.A., Simone V Effetti delle asciutte sulle cenosi macrobentoniche: confronto tra indici ecologici Defrancesco C., Costaraoss S., Monauni C., Pellegrini G., Pozzi S Un metodo sperimentale per il conteggio delle cellule di <i>Microcystis aeruginosa</i> : dati preliminari	
Informazione & documentazione	ABSTRACTS COMUNICAZIONI	13 23 29 34 37 49	Ecotossicologia, Ecologia fluviale, Drift Bucca M., Siligardi M., Mancini L La vegetazione riparia come zona tampone per il contenimento dell'inquinamento diffuso Baldaccini G.N., Sansoni G Prime riflessioni sull'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale Carradori R Il ruolo dei tecnici faunisti nella gestione del territorio a fini venatori Busignani E., Bucca M., Anselmo A., Veronesi Y., Formichetti P., Mancini L Rassegna su Escherichia coli ed enterococchi come indicatori della qualità delle acque Casarini P Aspetti ambientali della diffusione di Ambrosia artemisiifolia L., una pianta erbacea allergenica Gelli F., Pregnolato L., Palazzi D., Savorelli F., Roncarati A Proposta di saggio di tossicità prolungato con differenti specie ittiche	
	ATTUALITÀ RECENSIONI	57 60 62 63 84	(Alburnus alburnus alborella, Cyprinus carpio e Carassius auratus) Uno sviluppo capace di futuro. (Intervista a Edo Ronchi, di Valentina Parco) GALASSI D Il progetto PASCALIS Dizionario di frasi utili, ad uso del ricercatore Fasce tampone riparie: SCHEDE Recensioni	