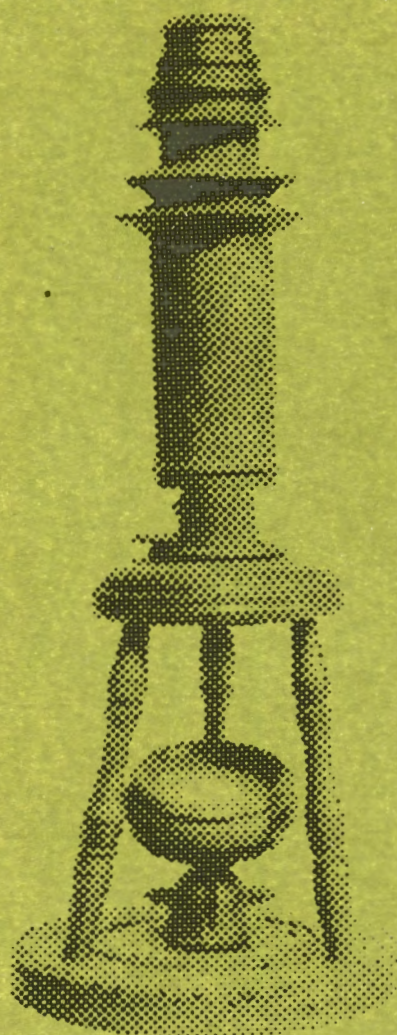


biologia ambientale

2
marzo
aprile
1992

BOLLETTINO C.I.S.B.A. anno VI n. 25

inserto speciale:
INGEGNERIA FLUVIALE



SOMMARIO

EDITORIALE	3
MACROFITE ACQUATICHE	5
Il controllo delle macrofite acquatiche infestanti di L. Mancini e L. Volterra	
ABSTRACTS	20
SEGNALAZIONI	31
Naturalizzazione dei fiumi Rassegna su "Water Technology & Hydrology"	
PAGINE APERTE	38
APPUNTAMENTI	41



biologia ambientale

Bollettino C.I.S.B.A. n. 2/1992

direttore responsabile
Paolo Carta

REDAZIONE

Rossella Azzoni	responsabile di redazione
Giuseppe Sansoni	responsabile grafico
Roberto Spaggiari	responsabile di segreteria

Hanno collaborato a questo numero:

Bruno Borghini
Laura Mancini
Paola Manzini
Enrico Olivieri
Paolo Resti
Piero Sacchetti
Paolo Turin
Laura Volterra

Numero chiuso in redazione il 25/3/92

Il C.I.S.B.A. - Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale
- si propone di:

- ☐ divenire un punto di riferimento nazionale per la formazione e l'informazione sui temi di biologia ambientale, fornendo agli operatori pubblici uno strumento di documentazione, di aggiornamento e di collegamento con interlocutori qualificati
- ☐ favorire il collegamento fra il mondo della ricerca e quello applicativo, promuovendo i rapporti tecnico-scientifici con i Ministeri, il CNR, l'Università ed altri organismi pubblici e privati interessati allo studio ed alla gestione dell'ambiente
- ☐ orientare le linee di ricerca degli Istituti Scientifici del Paese e la didattica universitaria, facendo della biologia ambientale un tema di interesse nazionale
- ☐ favorire il recepimento dei principi e dei metodi della sorveglianza ecologica nelle normative regionali e nazionale concernenti la tutela ambientale.

Per iscriversi al C.I.S.B.A. o per informazioni scrivere al
Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, c/o Dipartimento della Prevenzione USL n° 9, via Amendola 2, C.P. San Maurizio - 42100 Reggio Emilia
o telefonare al Segretario: *Roberto Spaggiari: 0522/295460; fax 0522/295446*

Quote annuali di iscrizione al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: £ 70.000; socio collaboratore £ 50.000; socio sostenitore £ 600.000.

I soci ricevono il bollettino *Biologia Ambientale* e vengono tempestivamente informati sui corsi di formazione e sulle altre iniziative del C.I.S.B.A.

Gli articoli originali e altri contributi vanno inviati alla
Redazione:
Rossella Azzoni Gastaldi, via Cola di Rienzo, 26 - 20144 Milano.

I dattiloscritti, compreso il materiale illustrativo, saranno sottoposti a referee per l'approvazione e non verranno restituiti, salvo specifica richiesta dell'Autore all'atto dell'invio del materiale.

Le opinioni espresse dagli Autori negli articoli firmati non rispecchiano necessariamente le posizioni del C.I.S.B.A.

EDITORIALE



Negli ultimi tre anni Biologia Ambientale ha dedicato ampio spazio all'esigenza di difendere e ripristinare la naturalità degli ambienti fluviali. Rassegne monografiche di abstracts sull'ingegneria fluviale e sulle fasce di vegetazione riparia, numerose segnalazioni di pubblicazioni sull'argomento, articoli sulla «stream restoration» e sulla manutenzione ecologica dei fossi e degli stagni agricoli, interviste sulla gestione del patrimonio idrico, Pagine Aperte sul Magra, sui fiumi bavaresi e sull'ambiente fiume, convegni nazionali e internazionali segnalati sulla rubrica Appuntamenti, inserti speciali sulla rinaturalizzazione dei corsi d'acqua in Germania e sulla compatibilità ambientale delle opere fluviali ne sono la testimonianza.

Perché dunque tornare sull'argomento pubblicando come inserto speciale la traduzione di un opuscolo del Nature Conservancy Council britannico datato di quasi dieci anni? La ragione è semplice: si vuole sottolineare il ritardo culturale del nostro paese proprio rimarcando tale divario temporale. Le indicazioni pratiche, semplici, ragionevoli ed economiche fornite in tale opuscolo su interventi di ingegneria fluviale rispettosi degli aspetti naturalistici, infatti, sono ancora totalmente disattese in Italia, tanto da apparire futuribili.

Anche la Legge 183/89 sulla difesa del suolo, sebbene artefice di un indubbio salto culturale rispetto al passato, ha "dimenticato" di individuare nei servizi tecnici e nei comitati di bacino quelle competenze biologico-naturalistiche senza le quali non si riforma il modo quotidiano di pensare e di agire dei decisori "ingegnerizzati".

Negli ultimi anni il movimento ambientalista è divenuto consapevole della propria passata limitatezza di vedute: mentre lottava contro il più piccolo scarico civile e industriale, infatti, prestava poca attenzione alle arginature, alle rettifiche, alle risagomature e alle altre opere di artificializzazione fluviale; focalizzando l'attenzione su un solo comparto -l'acqua- non si era accorto che stavano distruggendo l'intero ambiente fluviale.

Sul Bollettino CISBA abbiamo sempre sottolineato l'esigenza di guardare all'ambiente fluviale nella sua interezza e di studiarlo in un'ottica interdisciplinare: fortunatamente si registra anche in Italia una forte crescita di interesse in questa direzione.

Basti pensare alle sempre più numerose iniziative dell'arcipelago ambientalista sulla rinaturalizzazione e, soprattutto, al favorevole accoglimento di tali tematiche nelle istituzioni, anche se attualmente al solo livello culturale. La nuova Autorità di Bacino del Po sta progettando di restituire al fiume le lanche e le fasce golenali, sostituendo i pioppeti ibridi con vegetazione arbustiva ed arborea autoctona. Alcune Regioni, come l'Emilia Romagna e la Toscana, hanno organizzato corsi sull'ingegneria naturalistica applicata agli ambienti fluviali, già operativa sperimentalmente in Trentino-Alto Adige. La Regione Toscana ha stanziato i fondi per demolire argini realizzati solo tre anni fa su un affluente del Magra e per procedere alla rinaturalizzazione dell'ambiente. Gli ordini professionali (ingegneri, architetti, naturalisti) organizzano corsi di formazione e aggiornamento per i loro iscritti.

In Italia, insomma, la gestione naturalistica degli ambienti fluviali è una realtà ancora ai primissimi passi, ma che sembra finalmente decisa a mettersi in movimento.

MACROFITE ACQUATICHE



IL CONTROLLO DELLE MACROFITE ACQUATICHE INFESTANTI

Laura Mancini* & Laura Volterra*

1. L'EUTROFIZZAZIONE E LE SUE CONSEGUENZE

Il termine "eutrofizzazione" è stato frequentemente utilizzato per definire l'aumentata produzione primaria di un corpo idrico. In realtà esso indica, originariamente, l'arricchimento in elementi nutritivi, in particolare fosforo e azoto, che non sempre comporta una risposta biologica del corpo idrico. Gli effetti tipici dell'eutrofizzazione sono:

1. diminuzione della trasparenza dell'acqua;
2. incremento della popolazione fitoplanctonica fino al punto di parlare di "fioriture" algali (biomasse tendenzialmente monospecifiche e quantitativamente così abbondanti da intorbidare l'acqua e imprimerle il colore della specie algale quantitativamente più rappresentata);
3. crescita eccessiva di piante acquatiche (macrofite ed alghe);
4. formazione di "schiume" algali o di "tappeti" vegetali flottanti;
5. odori sgradevoli dovuti a molecole specifiche bio-

sintetizzate dalle alghe o ai processi putrefattivi della biomassa vegetale;

6. deossigenazione dell'acqua di fondo e formazione di idrogeno solforato;
7. massicce morie di pesci e di altri animali.

Nel presente lavoro vengono presi in esame i problemi connessi con il sovrasviluppo di macrofite e passati in rassegna i sistemi attuabili per la loro eliminazione.

2. LE MACROFITE ACQUATICHE

Gli ambienti lagunari, gli stagni costieri e le acque ricche ospitano biocenosi caratterizzate da delicati equilibri facilmente alterabili.

L'esplosione delle macrofite in ecosistemi acquatici è il primo "campanello d'allarme" del fenomeno dell'eutrofizzazione, di qualsiasi tipo o natura essa sia, antropica o naturale. Questa trasformazione ambientale ha effetti sulla navigazione, sul drenaggio e trasporto delle acque, sugli usi potabili e ricreativi, sullo sviluppo di insetti parassiti, sulla produzione di proteine animali (pesci) e su altre potenzialità dei corpi idrici.

Per macrofite si intendono le piante acquatiche

* Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma.

vascolari fanerogame; anche *Chara*, una macroalga, può divenire infestante. Le specie di macrofite note per l'interferenza con le risorse idriche e con il loro utilizzo sono circa 150, appartenenti a 50 famiglie; più numerose, circa 250, sono invece le specie algali che possono creare problemi di utilizzo delle risorse idriche.

Le macrofite acquatiche, sulla base del loro habitat, possono essere raggruppate in:

1. Pleustofite flottanti: macrofite sommerse, generalmente radicate, sospese nell'acqua (*Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Elodea*, *Ceratophyllum*, ecc.);
2. Pleustofite natanti: macrofite sospese nell'acqua, generalmente radicate, ma con la maggior parte delle foglie e dei fiori emergenti dall'acqua (*Nymphaea*, *Nuphar*);
3. Elofite: piante palustri radicate la cui parte basale rimane quasi sempre sommersa mentre foglie e fiori emergono dall'acqua (*Typha*, *Phragmites*, *Sagittaria*);
4. Planofite: piante acquatiche liberamente natanti alla superficie (*Lemna*, *Salvinia*).

La tabella 1 riporta un elenco alfabetico delle macrofite fanerogame divise per famiglie.

In tabella 2 si riportano valori sulla biomassa raggiungibile e sulla produttività, tratti dalla letteratura, per alcune delle macrofite di più comune reperimento negli ambienti acquatici.

Tali dati forniscono informazioni sulla forza e sulla rapidità di colonizzazione delle diverse specie. Così si comprende come *Chara*, che può dar luogo a raccolti di 1,12 kg/m², con produttività di circa 7g di C/m² al giorno, possa generare problemi di tipo gestionale, soprattutto in corpi idrici naturali o artificiali di piccole dimensioni, caratterizzati da esigue profondità. Ad esempio in canali di adduzione per uso irriguo, lo sviluppo di *Chara* e di macrofite infestanti ostacola il flusso dell'acqua; un eccessivo rigoglio di questa vegetazione può condurre al completo consumo, per fini produttivi interni della stessa comunità vegetale, dell'acqua trasportata.

L'entità della produzione è influenzata da vari fattori:

1. la capacità produttiva della biomassa iniziale;
2. l'asporto di forme vegetali neoformate da parte delle acque ricche;
3. l'apporto di biomassa alloctona veicolato nell'ambiente da una corrente idrica (ad esempio, le acque immissarie nei laghi);

Tabella 1

Elenco di alcune specie di macrofite (fanerogame) divise per famiglie. Si segnalano, con un asterisco e con il nome volgare, quelle di interesse maggiore per il nostro Paese

(PIGNATTI, 1982; ANZALONE B., 1984; AA.VV., 1984).

ALISMATACEAE

- Sagittaria calycina* ENGELM.
Sagittaria falcata PURSH.
Sagittaria latifolia WILLD.
Sagittaria subulata (L.) BUCHENAU
Sagittaria sagittifolia L. (* *Sagittaria* comune)
Alisma triviale PURSH
Alisma gramineum K.C. GMEL.
Alisma plantago-aquatica L. (* *Mestolaccia* comune)

ARACEAE

- Acorus calamus* L. (* *Calamo aromatico*)

AZOLLACEAE

- Azolla caroliniana* WILLD. (* *Azolla* americana)
Azolla filiculoides LAM. (* *Azolla* maggiore)

CERATOPHYLLACEAE

- Ceratophyllum demersum* L. (* *Ceratofillo* comune)
Ceratophyllum echinatum GRAY
Ceratophyllum submersum L. (* *Ceratofillo* sommerso)

CYPERACEAE

- Scirpus americanus* PERS.
Scirpus californicus (C.A. MEYER)
Scirpus atrovirens WILD.
Scirpus acutus MUHL.
Scirpus fluviatilis (TOR.) GRAY
Scirpus mucronatus L.
Scirpus validus VALH
Scirpus cyperinus (L.) KUNTH
Bolboschoenus maritimus (L.) PALLA (*Scirpus maritimus* L.) (* *Lisca marittima*)
Holoschoenus romanus (L.) FRITSCH (*Scirpus hol. L. var. romanus* (L.) KOCH) (* *Giunchetto minore*)
Holoschoenus australis (L.) REICHERNB. (*Scirpus hol. L. var. australis* (L.) KOCH) (* *Giunchetto meridionale*)
Holoschoenus vulgaris LINK (*Scirpus hol. L. s.s.*) (* *Giunchetto comune*)
Schoenoplectus lacustris (L.) PALLA (*Scirpus lac. L.*) (* *Lisca lacustre*)

- Cyperus articulatus* L.
Cyperus erythrorhizos MUHL.
Cyperus difformis L.
Cyperus eragrostis LAM.
Cyperus rotundus L. (* *Zigolo infestante*)
Cyperus esculentus L. (* *Zigolo dolce*)

Cladium jamaicense CRANTZ
Cladium mariscoides (MUHL.) TORR.
Cladium mariscus (L.) POHL (* Falasco)
Carex lasiocarpa EHRH. var. *latifolia* (BOCK.) GILLY
Carex nebraskensis DEWEY
Carex lacustris WILLD.
Carex senta BOOTT
Carex atherodes SPRENG.
Carex aquatilis WAHLENB.
Carex eurycarpa HOLM.
Carex gracilis CURTIS (* Carice palustre)
Carex elata ALL. (* Carice spondicola)
Carex extensa GOOD. (* Carice delle lagune)
Carex riparia CURTIS (* Carice spondicola)
Eleocharis obtusa (WILLD.) SCHULTES
Eleocharis palustris (L.) R. & S. (* Giunchina comune)
Eleocharis parvula (R. & S.) LINK
Eleocharis cellulosa TORR.
Eleocharis acicularis (L.) R. & S.
Eleocharis quadrangulata (MICHX.) R. & S.

CRUCIFERAE

Nasturtium officinalis R. BR. (* Crescione d'acqua)
Rorippa palustris (L.) BESSER (*Nasturtium* pal. DC.)
 (* Crescione palustre)

ELATINACEAE

Elatine americana (PURSH) ARN.
Elatine minima (NUTT.) FISCH. & MEYER
Elatine alsinastrium L. (* Pepe d'acqua maggiore)
Elatine macropoda GUSS. (* Pepe d'acqua meridionale)

EQUISETACEAE

Equisetum telmateja EHRH. (* Equiseto massimo)
Equisetum fluviatile L. (* Equiseto fluviale)
Equisetum palustre L. (* Equiseto palustre)

GRAMINACEAE

Calamagrostis canadensis (MICHX.) BEAUV.
Calamagrostis epipetos (L.) ROTH
 (* Cannella delle paludi)
Calamagrostis pseudophragmites (HALLER fil.) KOELER
 (* Cannella spondicola)
Spartina cynosuroides (L.) ROTH
Spartina bakeri MERR.
Spartina patens (AIT.) MUHL.
Spartina alterniflora LOISEL.
Zizaniopsis miliacea (MICHX.) DOELL & ASCHERS.
Leersia oryzoides (L.) SWARTZ (* Riso selvatico)
Leersia hexandra SWARTZ
Panicum hemitomon SCHULT.
Panicum repens L. (* Panico strisciante)
Glyceria fluitans (L.) R. BR. (* Gramignone natante)
Catabrosa aquatica (L.) BEAUV.
 (* Gramignone di palude)
Pennisetum purpureum SCHUMACH.

Paspalum fluitans (ELL.) KUNTH
Phragmites australis (CAV.) TRIN. ex STAEUD.
 (* Cannuccia di palude)

HALORAGACEAE

Myriophyllum heterophyllum MICHX.
Myriophyllum spicatum L.
 (* Millefoglio d'acqua comune)
Myriophyllum exalbescens FERNALD
Myriophyllum brasiliense CAMB.
Myriophyllum verticillatum L.
 (* Millefoglio d'acqua ascellare)

HYDROCHARITACEAE

Egeria densa PLANCH.
Elodea canadensis MICHX. (* Peste d'acqua comune)
Vallisneria spiralis L. (* Vallisneria)
Hydrocharis morsus-ranae L. (* Morso di rana)
Vallisneria americana MICHX.
Vaucheria spp.

IRIDACEAE

Iris pseudacorus L. (* Giaggiolo acquatico)

JUNCACEAE

Juncus balticus WILLD.
Juncus phaeocephalus ENGELM.
Juncus roemerianus SCHEELE
Juncus marginatus ROSTK.
Juncus effusus L.
Juncus tenageja EHRH. (* Giunco delle pozze)
Juncus heterophyllus DUFOUR (* Giunco natante)

LEMNACEAE

Lemna minor L. (* Lenticchia d'acqua comune)
Spirodela polyrrhiza (L.) SCHLEID.
 (* Lenticchia d'acqua maggiore)
Lemna trisulca L. (* Lenticchia d'acqua spatolata)
Lemna gibba L. (* Lenticchia d'acqua spugnosa)
Wolffia columbiana KARST.
Wolffia arrhiza (L.) HORKEL ex WINNER (* Wolffia)

LENTIBULARIACEAE

Utricularia vulgaris L. (* Erba vescica comune)
Utricularia inflata WALT.
Utricularia foliosa L.
Utricularia purpurea WALT.

LYTRACEAE

Lythrum salicaria L. (* Salcerella comune)
Decodon verticillatus (L.) ELL.

MALVACEAE

Kosteletzkya virginica (L.) PRESL
Kosteletzkya pentacarpos (L.) LEDEB. (* Ibisco litorale)

Hibiscus palustris L.
Hibiscus lasiocarpus Cav.

MARSILEACEAE

Marsilea mucronata A. Br.
Marsilea quadrifolia L. (* Trifoglio acquatico comune)

MENYANTHACEAE

Menyanthes trifoliata L. (* Trifoglio fibrino)

NAJADACEAE

Najas marina L. (* Ranocchina maggiore)
Najas flexilis (WILLD.) ROSTK. & SCHIDT
Najas guadalupensis (SPRENG.) MAGNUS
Najas minor ALL. (* Ranocchina minore)
Najas graminea DELILE (* Ranocchina tropicale)

NYMPHAEACEAE

Nimphaea mexicana ZUCC.
Nimphaea odorata AIT.
Nimphaea tuberosa PAINE
Nimphaea alba L. (* Ninfea comune)
Nuphar advena (AIT.) AIT.f.
Nuphar lutea (L.) SIBTH. et SM. (* Ninfea gialla)

ONAGRACEAE

Ludwigia palustris (L.) ELL. (* Porracchia dei fossi)

PONTEDERIACEAE

Eichhornia crassipes (MART.) SOLMS (* Giacinto d'acqua)

POLYGONACEAE

Polygonum punctatum ELL.
Polygonum hydropiper L. (* Poligono pepe d'acqua)
Polygonum amphibium L. (* Poligono anfibio)

POTAMOGETONACEAE

Potamogeton nodosus POIR. (* Brasca nodosa)
Potamogeton crispus L. (* Lattuga ranina)
Potamogeton filiformis PERS.
Potamogeton rabbinii OAKES
Potamogeton zosteriformis FERN.
Potamogeton natans L. (* Lingua d'acqua)
Potamogeton vaginatus TURCZ.
Potamogeton illinoensis MORONG
Potamogeton amplifolius TUCKERM.
Potamogeton foliosus RAF.
Potamogeton strictifolius AR. BENN.
Potamogeton epihydrus RAF.
Potamogeton richardsonii (AR. BENN.) RYDB.
Potamogeton pectinatus L. (* Brasca delle lagune)
Potamogeton pusillus L.
Potamogeton diversifolius RAF.
Potamogeton praelongus WULF.
Potamogeton polygonifolius POURRET (* Brasca poligonifolia)

Potamogeton lucens L. (* Erba tinca)
Potamogeton perfoliatus L. (* Brasca arrotondata)
Potamogeton acutifolius LINK (* Brasca acutifolia)
Potamogeton gramineus L. (* Brasca ingrossata)
Potamogeton pusillus L. (* Brasca palermitana)
Potamogeton berchtoldii FIEBER (* Brasca di Berchtold)
Potamogeton trichoides CHAM. et SCHLECHT (* Brasca capillare)
Groelandia densa (L.) FOURR. (* Brasca a foglie opposte)

RANUNCULACEAE

Caltha palustris L. (* Calta palustre)
Ranunculus trichophyllus CHAIX (* Ranuncolo a foglie capillari)
Ranunculus flabellaris RAF.

SALVINIACEAE

Salvinia rotundifolia WILLD.
Salvinia natans (L.) ALL. (* Erba pesce)

SPARGANIACEAE

Sparganium euricarpum ENGELM.
Sparganium chlorocarpum RYDB.
Sparganium angustifolium Michx.
Sparganium americanum NUTT.
Sparganium fluctuans (MORONG) ROBINSON
Sparganium erectum L. (* Coltellaccio maggiore)
Sparganium emersum REHMANN (*S. simplex* HUDSON) (* Coltellaccio a foglia semplice)

TYPHACEAE

Typha glauca GODR.
Typha latifolia L. (* Lisca maggiore)
Typha angustifolia L. (* Lisca a foglie strette)
Typha domingensis PERS.
Typha minima FUNCK (* Lisca minore)

TRAPACEAE

Trapa natans L. (* Castagna d'acqua)

UMBELLIFERAE

Hydrocotyle umbellata L.
Hydrocotyle vulgaris L. (* Soldinella acquatica)

CALLITRICHACEAE

Callitriche truncata GUSS (* Gamberaja troncata)
Callitriche palustris L. (* Gamberaja comune)
Callitriche stagnalis SCOP. (* Gamberaja maggiore)
Callitriche obtusangola LE GALL (* Gamberaja ottusa)
Callitriche cophocarpa SENDTNER (* Gamberaja polimorfa)
Callitriche hamulata KÜTZ (* Gamberaja arrotondata)
Callitriche brutia PETAGNA (* Gamberaja calabrese)

ZANNICHELLIACEAE

Zannichellia palustris L.

4. la rapidità con cui la biomassa algale presente viene utilizzata dai consumatori primari (grazing);
5. la velocità con cui la biomassa muore ed hanno luogo i processi di mineralizzazione della sostanza organica morta (MARCHETTI, 1987).

3. CONTROLLO

Esistono sistemi di bilanciamento e di mitigazione per contrastare l'eccessivo sviluppo delle macrofite in genere e di forme algali infestanti quali *Chara*. Sono utilizzati metodi meccanici, chimici, biologici, anche se il vero controllo deve essere fondato sulla prevenzione: studio dei carichi e riduzione dell'immissione

nel corpo idrico degli elementi scatenanti il problema.

3.1 CONTROLLO MECCANICO

Il controllo meccanico viene effettuato utilizzando apposite macchine dotate di pale meccaniche o battelli debitamente attrezzati per rimuovere la biomassa vegetale.

E' un tipo di intervento che comporta elevati costi sia per i macchinari sia per il personale; è soltanto un "palliativo" da usare in momenti di emergenza.

Oltre a non avere efficacia duratura può arrecare danni all'ecosistema acquatico depauperandolo, per esempio, di alcune delle componenti biologiche. Tra le macrofite, infatti, si insediano organismi bentonici,

Tabella 2

Biomassa e produttività di alcune specie di macrofite in vari ambienti acquatici espresse rispettivamente in g (peso secco)/m² ed in mg di Carbonio (C)/m² al giorno, o in mg di carbonio (C)/g (peso secco) al giorno

(BRONZI P., GUZZI L., 1983 modif.).

Specie	biomassa	produttività		bibliografia
	g/m ²	mg C/m ² /die	mg C/g secco/die	
<i>Ceratophyllum</i> sp.	562-666	2139	-	1,2
<i>Ceratophyllum demersum</i>	324-710	-	-	3,1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	220	-	160	4,5
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	196	1116	-	2
<i>Myriophyllum exalbescens</i>	136	-	-	6
<i>Myriophyllum</i> sp.	222	-	-	1
<i>Potamogeton filiformis</i>	100	816	-	7
<i>Potamogeton pectinatus</i>	885-114-72	1300-1400-668	-	7,8,9
<i>Potamogeton crispus</i>	-	-	80	4
<i>Potamogeton lucens</i>	-	-	106	4
<i>Zannichellia palustris</i>	575	2240	-	10
<i>Chara</i> sp.	326-1120	6770	-	1,10
<i>Lagarosiphon major</i>	-	-	104	4
<i>Phragmites communis</i>	2177	-	-	11
idrofite emerse	1200	-	-	12
idrofite sommerse	198	-	-	12
<i>Typha angustifolia</i>	4040	-	-	11
<i>Typha latifolia</i>	684	-	-	1
<i>Typha</i> sp.	4600	-	-	1

Bibliografia

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1 - GAUDET, 1974 | 7 - JUPP et al., 1977 |
| 2 - FORSBERG, 1960 | 8 - ALEEM et al., 1969 |
| 3 - GOULDER, 1969 | 9 - BROOKER et al., 1973 |
| 4 - LECHOWICZ et al., 1975 | 10 - WETZEL, 1964 |
| 5 - ADAMS et al., 1974 | 11 - SZCZEPANSKI, 1977 |
| 6 - LIND, 1969 | 12 - GUILIZZONI et al., 1975 |

come larve ed adulti di Coleotteri, larve di Ditteri, Molluschi e Crostacei (Isopodi e Anfipodi) ecc., che rivestono un ruolo fondamentale nella struttura della piramide alimentare.

Inoltre l'azione meccanica, soprattutto nel caso di piante radicate, porta in sospensione i sedimenti; il conseguente aumento della torbidità dell'acqua può avere effetti negativi per certi usi, compreso l'utilizzo irriguo. Acque con alte concentrazioni di solidi sospesi portano, infatti, all'occlusione delle tubature o, nel caso di utilizzo di sistemi di irrigazione a goccia o a spray, all'intasamento dei gocciolatoi.

Spesso l'intorbidamento, conseguente alla eradicazione delle piante, comporta la risospensione, accanto a sostanze inorganiche (argille, sabbie) di sostanza organica, derivata dalla marcescenza di quanto precipita sul fondo del corpo idrico alla fine del suo ciclo vitale. Tale materiale risospeso, non completamente mineralizzato, induce un ulteriore consumo di ossigeno ed eventuali inconvenienti, quali stati anossici, morie di organismi animali superiori e sviluppo di cattivi odori legati ai fenomeni di putrescenza.

3.2 CONTROLLO CHIMICO

Il controllo chimico delle macrofite con erbicidi è stato quello più impiegato negli anni passati. Questo metodo presenta notevoli vantaggi rispetto a quello meccanico, come la facilità di utilizzo ed i costi più bassi.

Applicato da tempo, quando ancora la ricerca su tale tema non aveva messo in luce gli effetti su organismi diversi da quelli "bersaglio", è visto oggi con sospetto. Infatti, il tempo di permanenza nell'ambiente delle sostanze impiegate nella lotta chimica, è spesso lungo e l'effetto tossico è a più largo spettro di quello programmato per il suo utilizzo. La conseguenza è una alterazione, a volte irrecuperabile, della risorsa idrica per il tempo di ristagno del prodotto nell'ecosistema.

L'azione selettiva degli erbicidi, inoltre, può condurre a scarsi risultati quando il fenomeno esplosivo coinvolge più specie di macrofite. Così può accadere che, una volta eliminata la specie dominante contro la quale è stato mirato il trattamento, le specie accessorie abbiano il sopravvento, senza un reale miglioramento della situazione.

In realtà negli ultimi anni sono stati messi a punto metodi chimici sempre più innovativi e "non inquinanti"; soprattutto sono stati ridotti i tempi di emivita degli erbicidi nell'ambiente, selezionando sostanze più facilmente degradabili sia per via abiotica sia per

via biologica. Sono anche state meglio definite le concentrazioni idonee al trattamento, selezionando formule che impegnassero dosi basse.

Tra i più utilizzati, e sui quali è reperibile una letteratura scientifica, sono il terbutrine e l'azurin CMU associato al duozon 160 L.

Il primo è stato provato su macrofite subemergenti come *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton tricaratus*, *Vallisneria gigantea*, con concentrazioni iniziali inferiori a 0,2 g/l; esso, inoltre, sperimentato in campo su *Elodea canadensis*, ha mostrato un tempo di vita media di 19-20 giorni. A sette settimane dalla immissione nell'ambiente di questo erbicida, usato con successo in canali di irrigazione, si registra il suo totale smaltimento.

L'azurin CMU viene usato sia per l'eliminazione delle alghe che, a diverse concentrazioni, delle piante acquatiche; dopo il periodo di persistenza (4-6 settimane) è spesso necessario ripetere il trattamento. A tale prodotto viene, in genere, affiancato il Duozon 160, che è in grado di controllare la carenza di ossigeno che, talvolta, si presenta a causa della decomposizione delle macrofite trattate.

3.3 CONTROLLO BIOLOGICO

Con il termine controllo biologico si identifica in generale l'utilizzo di agenti predatori, parassiti e patogeni nella gestione della vegetazione infestante. Secondo EMDEN (1974) i metodi che vengono utilizzati nelle pratiche di controllo biologico della vegetazione sono essenzialmente tre: protettivo, inoculativo e inondativo (EMDEN, 1974). Il metodo protettivo mira ad esaltare il ruolo dei fitofagi naturalmente presenti in un dato ambiente; il metodo inoculativo consiste nella introduzione nell'ambiente di "nemici" naturali, in numero relativamente modesto, con la speranza che trovino condizioni tali da permettere il loro autosostentamento; il metodo inondativo si basa sull'allevamento in laboratorio e sulla successiva liberazione massiva, nell'ambiente da controllare, di un gran numero di nemici naturali della specie infestante.

3.3.1 CONTROLLO BIOLOGICO CON PESCI ERBIVORI

Ctenopharyngodon idella, un Ciprinide conosciuto come carpa erbivora o Amur, ha abitudini alimentari spiccatamente erbivore.

Le sue potenzialità di "diserbante ecologico", come agente di controllo sulla proliferazione di piante acquatiche infestanti, hanno portato ad una rapida

propagazione in tutto il mondo di questa specie, che occupa anche un posto rilevante tra i pesci da allevamento. La carpa erbivora è, infatti, una specie largamente utilizzata nelle pratiche tradizionali di ciprinicoltura soprattutto in Cina e nell'est europeo.

In coltura mista questa specie, una volta raggiunta la propria specializzazione alimentare, va ad occupare una nicchia trofica non sfruttata dalle altre specie (fitoplanctofaghe, zooplanctofaghe, detritivore, carnivore) svolgendo un ruolo di controllo sulla proliferazione delle macrofite dannose (Tabella 3) e consentendo nello stesso tempo un incremento della produzione ittica nell'allevamento. Le Tabelle 4 e 5 riportano l'accrescimento della carpa erbivora su diversi substrati alimentari. La tabella 6 mostra il consumo giornaliero di macrofite; si osserva che per alcune taglie e per alcune specie di macrofite o di *Chara* si può arrivare a consumi giornalieri anche del 140-160 % del peso corporeo dell'animale. Sulla scorta di queste indicazioni si può stimare la densità ittica necessaria al controllo della vegetazione.

In molti casi, la carpa erbivora può rappresentare una alternativa, per il controllo delle piante superiori acquatiche, alle pratiche di rimozione meccanica, o all'utilizzo di erbicidi.

Gli erbicidi eliminano le macrofite molto velocemente favorendone, però, la decomposizione, con conseguente rilascio di un grande quantitativo di nutrienti, fonte potenziale di una nuova proliferazione della vegetazione. La rimozione biologica delle macrofite operata dalle carpe erbivore, invece, essendo graduale, non comporta bruschi aumenti dei livelli di nutrienti; anzi, un alimento non sfruttabile e spesso dannoso come le macrofite, viene convertito in proteine pregiate di elevato grado di commestibilità che, con la pesca, possono essere sistematicamente sottratte al mezzo idrico.

I possibili effetti sull'ecosistema causati da una immissione più o meno consistente di carpe erbivore sono schematizzati in tabella 7.

Nei casi in cui si debba intervenire su acque che potrebbero avere utilizzi primari per l'uomo, l'impie-

Tabella 3

Piante acquatiche che possono rappresentare il cibo delle carpe erbivore (SHIREMAN J.V., SMITH C.R., 1983).

Specie	bibliografia	Specie	bibliografia	Specie	bibliografia
<i>Altermanthera philoxeroides</i>	1	<i>Lemna</i> spp.	7	<i>Potamogeton crispus</i>	3,15
<i>Anacharis</i> spp.	10	<i>Lemna gibba</i>	11	<i>Potamogeton diversifolius</i>	1,5
<i>Azolla</i> spp.	15	<i>Lemna minor</i>	3,4,11,15	<i>Potamogeton foliosus</i>	15
<i>Azolla rubra</i>	3	<i>Lyngbya</i> spp.	15	<i>Potamogeton illinoensis</i>	2,12
<i>Callitriche</i> spp.	13	<i>Myriophyllum</i> spp.	15	<i>Potamogeton lucens</i>	6
<i>Callitriche stagnalis</i>	3	<i>Myriophyllum brasiliense</i>	1	<i>Potamogeton natans</i>	6
<i>Ceratophyllum demersum</i>	15	<i>Myriophyllum propinquum</i>	3	<i>Potamogeton pectinatus</i>	7,13
<i>Chara</i> spp.	1,5,9,10,11,12,15	<i>Myriophyllum spicatum</i>	1,5,12	<i>Potamogeton pusillus</i>	15
<i>Eichhornia crassipes</i>	1,4	<i>Najas</i> spp.	10	<i>Ranunculus circinatus</i>	13
<i>Eleocharis</i> spp.	2,20	<i>Najas flexis</i>	2,15	<i>Ranunculus fluitans</i>	6
<i>Eleocharis acicularis</i>	1	<i>Najas guadalupensis</i>	1,11,12	<i>Sagittaria graminea</i>	2
<i>Elodea canadensis</i>	1	<i>Nasturtium officinalis</i>	3	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	7
<i>Elodea densa</i>	3,6,7,8,15	<i>Nitella hookeri</i>	3	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	7
<i>Eremochlea ophiuroides</i>	5	<i>Paspalum notatum</i>	10	<i>Sirogonium</i> spp.	15
<i>Fontinalis</i> spp.	7	<i>Phalaris arundinacea</i>	6	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	1
<i>Glyceria aquatica</i>	6	<i>Phragmites communis</i>	6,7	<i>Trapa natans</i>	6
<i>Glyceria maxima</i>	7	<i>Pitophora</i> spp.	1,15	<i>Typha angustifolia</i>	6
<i>Hydrilla</i> spp.	9	<i>Polygonum</i> spp.	10	<i>Typha latifolia</i>	6
<i>Hydrilla verticellata</i>	12	<i>Polygonum amphibium</i>	6	<i>Vallisneria</i> spp.	9
<i>Lagarosiphon major</i>	3	<i>Potamogeton</i> spp.	9	<i>Wolffia columbiana</i>	15

N° Autore	taglia/età delle specie	N° Autore	taglia/età delle specie
1 AVAULT, 1965	30-40 cm	9 PRABHAVATHY et SREENIVASN, 1977	30 cm
2 COLLE et al., 1978a	6,3-22 cm	10 STEVENSON, 1965	0,1-1,3 kg
3 EDWARDS, 1974, 1975	0+ / 1+	11 SUTTON, 1977a	1,1-3,5 kg
4 JOHNSON et LAURENCE, 1973	160-190 g	12 SUTTON et BLACKBURN, 1973	40-400 g
5 KILGEN et SMITHERMAN, 1971-3	1 anno	13 SUTTON, MILEY et STANLEY, 1977	200-300 g
6 KRUPAUER, 1971	2+ / 4+	14 VAN DYKE, 1973	255-589 g
7 OPUSZYNSKI, 1972, 1979	250 g	15 WILLEY, DISKOCIL et LEMBI, 1974	15 cm
8 PENTELOW et STOTT, 1965	19 cm, 140 g		

go delle carpe erbivore appare il solo metodo accettabile, considerata l'impossibilità di utilizzare gli erbicidi.

In alcuni interventi si è proceduto ad un preventivo trattamento con erbicidi ed alla rimozione meccanica delle macrofite, seguiti da una semina di carpe erbivore per controllare il nuovo insediarsi di piante acquatiche.

Agli indubbi vantaggi che l'utilizzo delle carpe erbivore comporta nel controllo dei fenomeni di sovrabbondanza delle piante acquatiche in laghi, stagni

Tabella 4

Accrescimento di avannotti di carpa erbivora utilizzando come nutrimento alcune specie di macrofite (SUTTON, 1977)

Età avannotti (in giorni)	0	28	56
<i>Lemna gibba</i> e <i>L. minor</i>			
g/die consumati			
per g di peso corporeo	3,2	16,1	15,7
accrescimento (g/giorno)	-	0,5	0,6
<i>Najas guadalupensis</i>			
g/die consumati			
per g di peso corporeo	3,2	7,9	12,1
accrescimento (g/giorno)	-	0,2	0,2
<i>Chara</i> spp.			
g/die consumati			
per g di peso corporeo	3,2	8,4	18,9
accrescimento (g/giorno)	-	0,2	0,4

Tabella 5

Accrescimento di carpe erbivore di tre mesi utilizzando come nutrimento, per sei mesi, tre specie di macrofite (TAN, 1970).

macrofite		<i>Hydrellia verticillata</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Manihot utilissimus</i>
taglia iniziale	lung. (cm) peso (g)	28,8 336,6	27,2 290,6	25,0 311,3
taglia finale	lung. (cm) peso (g)	49,4 2000	46,4 1562,3	37,7 708,9
increm. assoluto	lung. (cm) peso (g)	20,6 1663,4	19,2 1271,7	12,7 397,6
increm. %	lunghezza peso	71,52 494,1	70,58 437,6	50,8 127,7

e canali, si possono contrapporre, nel caso di semine non razionali, alcuni effetti negativi sull'ambiente. Lo stoccaggio di carpe erbivore dovrebbe, quindi, essere condotto con estrema cautela, preceduto possibilmente da uno studio di impatto ambientale (tab. 7).

A tal proposito alcuni Paesi hanno regolamentato l'introduzione delle carpe erbivore: in molti Stati degli USA, ad esempio, ne è stato vietato l'utilizzo per le alterazioni all'ecosistema naturale.

Ad ogni modo va ricordato che, generalmente, le carpe erbivore introdotte in corpi d'acqua confinati non si riproducono naturalmente e quindi non presentano pericoli di proliferazioni incontrollate che non consentirebbero una razionale gestione dell'ambiente. E' chiaro però che, come tutti gli organismi, anche le carpe producono escreti, che inducono trasformazioni biologiche nel corpo idrico, interferendo sui livelli dei decompositori e questi su quelli dei produttori e così via. Un eccesso di popolazione ittica può comportare un aumento di urea, ammoniaca, e loro prodotti di ossidazione; un eccesso di nitrati può determinare il mancato utilizzo idropotabile di una risorsa.

Per il controllo delle piante acquatiche, minore interesse ricoprono alcune specie di *Tilapia*. Il limite più importante per un loro utilizzo, alle nostre latitudini, è rappresentato dalla peculiare intolleranza di queste specie ai climi freddi. Va sottolineato che

Tabella 6. Consumo giornaliero di varie specie di macrofite (espresso come percentuale del peso corporeo) da parte di carpe erbivore di differenti taglie (MENTHA, SHARMA and TUANK, 1976).

macrofite	peso delle carpe (g)	consumo giornaliero (come % di peso corp.)
<i>Chara</i> sp.	165	168
<i>Najas faveolata</i>	96 930 1837	146 131 99
<i>Hydrellia verticillata</i>	76 1208	27 140
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	205 2800	15 18
<i>Tipha angustata</i>	200 4000	3 14

l'interesse per alcune specie di *Tilapia*, nel controllo delle piante acquatiche, è determinato dalla possibilità di un loro sfruttamento anche in acque salmastre (es. *Tilapia melanopleura*) non tollerate, invece, dalla carpa erbivora. Tra i fattori che giustificano il sempre maggiore interesse per tali specie possiamo citare: la rapidità di crescita, l'estrema facilità di riproduzione (alle temperature idonee), l'utilizzazione come alimento umano, come controllo biologico di piante acquatiche e per la lotta biologica agli insetti vettori di parassiti dell'uomo (ad esempio il genere *Anopheles*, vettore del Plasmodio della malaria).

I risultati di diversi esperimenti hanno evidenziato che le temperature minime tollerate da gran parte delle specie di *Tilapia* sono attorno ai 15-20 °C, ad esclusione della *Tilapia sparmannii* che sopporta temperature fino a 7 °C.

Malgrado questo limite discriminante, non è da scartare l'ipotesi di un utilizzo di *Tilapia* per il controllo delle macrofite in bacini, stagni e canali, con programmi di immissioni stagionali. In effetti può essere plausibile lo stoccaggio nei periodi più caldi, quando più marcato è lo sviluppo di piante acquatiche. Lo svernamento può, invece, essere effettuato in bacini alimentati con acque calde (17-20 °C); in tal modo nei periodi più caldi si può effettuare la riproduzione controllata, con la produzione di taglie giovanili da semina da reimmettere nei corpi idrici in gestione.

Un rapido accrescimento dei soggetti che con buone temperature (20-30 °C) possono raggiungere 100-150 g in 5-6 mesi, se da un lato contribuisce al controllo delle macrofite, dall'altro può suscitare l'attenzione da parte dei pescatori sportivi nei corpi idrici destinati ad attività ricreative integrate.

L'impatto sull'ambiente indotto da possibili semine con specie di *Tilapia* è sostanzialmente minimo alle nostre latitudini. In effetti, notevoli fattori di rischio si hanno nei paesi più caldi, dove questa immissione comporta, spesso, fenomeni di proliferazione indesiderati, con continue riproduzioni che contribuiscono alla formazione di un popolamento abnorme (alte percentuali di individui giovanili, fenomeni di nanismo).

Tuttavia se da un lato, alle nostre latitudini, non esistono rischi di sovrappopolamento, dall'altro si possono ipotizzare rischi di sovrapposizione di nicchia trofica in ambienti dove sia presente un popolamento ittico composto da carpe, tinche ed altre specie indigene che si riproducono proprio nei mesi più caldi. Immissioni consistenti di *Tilapia*, al contrario, potrebbero effettuarsi in ambienti con popolamento ittico composto da alte percentuali di specie ittiche

Tabella 7

Potenziati effetti della carpa erbivora sull'ecosistema, in relazione alla densità di macrofite (AA.VV., 1987).

**1- CARPE: BASSA DENSITA' DI STOCCAGGIO
MACROFITE: BASSA DENSITA'**

Controllo delle piante e moderato aumento dei nutrienti nei sedimenti; aumento delle piante superiori emergenti; possibile riduzione del reclutamento di specie fitofile che utilizzano le macrofite come biotopo riproduttivo; potenziale aumento di plancton e benthos; esposizione degli animali abitanti nelle piante acquatiche alla predazione; possibile incremento dei predatori.

**2- CARPE: BASSA DENSITA' DI STOCCAGGIO
MACROFITE: ALTA DENSITA'**

Parziale e/o temporaneo controllo e moderato incremento dei nutrienti nei sedimenti; aumento delle piante superiori emergenti; riduzione della densità delle macrofite, ma senza un totale controllo.

**3- CARPE: ALTA DENSITA' DI STOCCAGGIO
MACROFITE: BASSA DENSITA'**

Eliminazione delle piante (sovraccontrollo); temporaneo aumento dei livelli di nutrienti nelle acque e nei sedimenti; possibili "bloom" fitoplantici; riduzione del reclutamento di specie fitofile che utilizzano le macrofite come biotopo riproduttivo; possibili cambiamenti nelle popolazioni bentoniche; esposizione degli animali presenti tra le macrofite alla predazione ed alla estinzione; possibile incremento di specie ittiche detritivore; diminuzione dell'ossigeno e del pH.

**4- CARPE: ALTA DENSITA' DI STOCCAGGIO
MACROFITE: ALTA DENSITA'**

Controllo delle piante; rilascio di nutrienti nelle acque e nei sedimenti; temporaneo incremento di piante superiori emergenti; possibile riduzione del reclutamento di specie fitofile che utilizzano le macrofite come biotopo riproduttivo; possibile aumento della predazione sugli animali presenti nelle macrofite; probabile incremento di predatori; possibile incremento dei detritivori; diminuzione dell'ossigeno e del pH; aumento di alcalinità.

predatrici, rappresentando "pesce foraggio" per le stesse, generalmente più ambite dai pescatori e di valore economico più elevato.

Il problema dello svernamento resta comunque, alle nostre latitudini, "il collo di bottiglia" maggiore all'utilizzo di pesci Ciclidi.

3.3.2 INSETTI

Sebbene gran parte degli Insetti si nutra di piante, soltanto un piccolo numero di essi sono da considerare infestanti; molti altri possono essere considerati utili per controllare in modo "naturale" un esubero di macrofite. In molti casi si sono introdotti dalle aree di origine insetti "predatori naturali" di macrofite con l'obiettivo di riportare queste piante sotto controllo.

Un esempio di lotta biologica operata con l'ausilio di insetti è mostrato nel caso della eccessiva diffusione di *Alternanthera philoxeroides* (Martius) Grisebach, una pianta acquatica originaria del Sud America, che comparve in Florida nel 1984, colonizzando in seguito Texas e California. E' una specie che forma ammassi densi vicino alla superficie dell'acqua impedendo la navigazione, occludendo i canali di drenaggio, uccidendo pesci ed altre forme di vita animale, creando un habitat idoneo per i Culicidae e contribuendo all'inquinamento delle acque.

Nel caso specifico l'area così infestata da questa specie fu stimata di circa 70.000 acri. I trattamenti con erbicidi, non diedero risultati positivi, ma studi sugli insetti parassiti delle piante nell'area di origine, indicarono tre organismi potenzialmente utili per il suo controllo: il Tricottero *Amynothrips andersoni* O'Neill, il Coleottero *Vogtia mallei* Pestrana e il Dittero *Agadises* sp. Essi furono introdotti nel Paese alloctono e rilasciati in più lanci, il primo dei quali effettuato nel 1964. Le prime due specie iniziarono ad adattarsi, e sono ora molto abbondanti in Florida, il Coleottero in particolare appare essere la specie con maggiore possibilità di controllo sulla macrofita infestante (BORROR et al., 1979).

Deve, però, essere sottolineato che gli insetti fitofagi introdotti per il controllo delle erbe infestanti non sono sempre un beneficio. In alcuni casi una specie può nutrirsi di una pianta all'inizio della stagione per poi invadere i campi coltivati. Alcune volte le piante infestanti possono essere sufficienti come cibo per una numerosa popolazione di insetti che si insediano su di esse, ma altre volte la risorsa non è sufficiente e alcuni individui possono anche attaccare piante coltivate creando notevoli danni; in altri casi, una popola-

zione introdotta per controllare la specie infestante può invece preferire come nutrimento piante coltivate, come è accaduto per i Coleotteri parassiti delle patate del Colorado, che inizialmente preferivano una specie del genere *Solanum* ed in seguito, anche a causa del numeroso aumento della popolazione, divennero infestanti su piante coltivate (BONOR et al 1981). In tabella 8 sono riportate alcune specie di Insetti e le relative specie di piante acquatiche di cui si nutrono.

Un commento critico dei metodi di controllo induce una serie di considerazioni:

- le sperimentazioni a livello italiano sono frammentarie: per le applicazioni alla nostra realtà occorre attingere largamente alle esperienze realizzate in altri paesi;
- il controllo chimico, pur presentando il vantaggio di una notevole efficacia e rapidità, ripropone il problema non appena cessa l'effetto dell'erbicida;
- il controllo biologico con i pesci, pur presentando notevoli vantaggi, soffre di sperimentazioni effettuate essenzialmente sulle carpe erbivore che nel nostro paese non trovano uno sbocco commerciale diretto sul mercato, ma solo secondario (es. farine);
- in realtà nel nostro paese il metodo più indicato sembra essere quello del controllo meccanico che, se effettuato con le dovute avvertenze, permette notevoli asportazioni di biomassa con limitati inconvenienti. Le principali avvertenze da adottare sono:
 - non effettuare il taglio troppo vicino alla base;
 - evitare lo sradicamento delle piante per non rispendere i sedimenti;
 - scegliere i periodi idonei al taglio in relazione alle specie infestanti presenti.

Il controllo delle macrofite infestanti va effettuato anche tenendo conto di un'ottica produttiva che risulti vantaggiosa all'analisi costi-benefici. L'utilizzo della biomassa asportata per la produzione di biogas, fertilizzanti, foraggio, ecc., può parzialmente abbattere i costi di rimozione.

E' da sottolineare, infine, che anche la scelta dell'abbattimento meccanico è un'opera di profilassi. Nel recupero ambientale occorrerebbe considerare l'introduzione di sistemi preventivi che limitino il sovrabbondante sviluppo delle macrofite, impedendo loro di divenire infestanti. Per far ciò l'unico sistema è il controllo dei carichi di nutrienti e l'introduzione di sistemi di sbilanciamento. Questi dovranno essere studiati di volta in volta in funzione dell'ambiente idrico e dell'ecosistema globale (uso del territorio, destinazione delle risorse, ecc.).

Tabella 8.

Specie di insetti e relative piante acquatiche di cui si nutrono (McGAHA Y.J., 1952, modif.)

INSETTI	PIANTE AFFETTE	INSETTI	PIANTE AFFETTE
Homoptera Aphidae		15. <i>Perenthis vestitus</i> DIETZ	<i>Myriophyllum heterophyllum</i>
1. <i>Rhopasiphum</i> <i>nymphae</i> (LIMNAEUS)	<i>Nuphar advena</i> <i>Nuphar variegatum</i> <i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Sagittaria latifolia</i>	16. <i>Onychylis nigrirostris</i> BOHEMAN	<i>Nymphaea odorata</i>
Homoptera Delphacidae		17. <i>Anchodemus angustus</i> LECONTE	<i>Sagittaria latifolia</i>
2. <i>Megamelus davisii</i> VAN DUZEE	<i>Nuphar advena</i> <i>Nymphaea odorata</i>	18. <i>Listronotus appen-</i> <i>diculatus</i> BOHEMAN	<i>Sagittaria latifolia</i>
Homoptera Cicadellidae		19. <i>Hyperodes</i> spp.	<i>Sagittaria latifolia</i>
3. <i>Draeculacephala</i> spp.	<i>Nuphar advena</i> <i>Sagittaria latifolia</i>	Trichoptera Psychomyiidae	
Coleoptera Coccinellidae		20. <i>Neureclipsis crepu-</i> <i>scolaris</i> (WALKER)	<i>Sagittaria latif. diversifolia</i>
4. <i>Hippodamia punctata</i> <i>tibialis</i> SAY	<i>Nuphar advena</i> <i>Nuphar variegatum</i> <i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i>	21. <i>Polycentropus remotus</i> BANKS	<i>Nymphaea odorata</i>
5. <i>Coleomegilla maculata</i> DEGEER	<i>Nuphar advena</i> <i>Nymphaea odorata</i> <i>Sagittaria latifolia</i>	22. <i>Polycentropus</i> spp.	<i>Sagittaria latif. diversifolia</i>
Coleoptera Chrysomelidae		23. <i>Nyctiophylax vestitus</i> (HAGEN)	<i>Zizania aquatica</i>
6. <i>Galerucella</i> <i>nymphaeae</i> (L.)	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nymphaea odorata</i>	Trichoptera Phryganeidae	
7. <i>Donacia proxima</i> KIRBY	<i>Nuphar advena</i> <i>Nuphar variegatum</i>	24. <i>Banksiola salina</i> BETTEN	<i>Zizania aquatica</i> <i>Nuphar variegatum</i>
8. <i>Donacia piscatris</i> LACORDAIRE	<i>Nuphar advena</i> <i>Nuphar variegatum</i>	Trichoptera Limnephilidae	
9. <i>Donacia cineticornis</i> NEWMAN	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Myriophyllum heterophyllum</i>	25. <i>Limnephilus consocius</i> WALKER	<i>Nuphar variegatum</i>
10. <i>Donacia aequalis</i> SAY	<i>Sagittaria latifolia</i>	26. <i>Pycnopsyche</i> sp.	<i>Sagittaria latif. diversifolia</i>
11. <i>Donacia subtilis</i> KUNZE	<i>Sagittaria latifolia</i>	27. <i>Leptocens americanus</i> (BANKS)	<i>Vallisneria americana</i> <i>Sagittaria latif. diversifolia</i> <i>Anacharis canadensis</i>
12. <i>Donacia pubescens</i> LECONTE	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i>	Trichoptera Leptoceridae	
Coleoptera Curculionidae		28. <i>Leptocella exquisita</i> (WALKER)	<i>Myriophyllum exalbescens</i> <i>Nuphar variegatum</i>
13. <i>Bagous americanus</i> LECONTE	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i>	29. <i>Leptocella</i> spp.	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Sagittaria latif. diversifolia</i> <i>Myriophyllum exalbescens</i> <i>Anacharis canadensis</i>
14. <i>Bagous longirostris</i> TANNER	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i>	30. <i>Atripodes</i> sp.	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Myriophyllum exalbescens</i>
		31. <i>Ocetis cinerescens</i> (HAGEN)	<i>Myriophyllum heterophyllum</i>

INSETTI	PIANTE AFFETTE	INSETTI	PIANTE AFFETTE
32. <i>Ocetis</i> sp.	<i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Nymphaea odorata</i>	45. <i>Nymphula allionealis</i> (WALKER)	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Vallisneria americana</i>
33. <i>Trienodes aba</i> MILNE	<i>Sagittaria latifolia</i> <i>Milae diversifolia</i> <i>Vallisneria americana</i> <i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Nuphar variegatum</i> <i>Utricularia vulgaris</i>	46. <i>Nymphula serrilinearis</i> BARNES & BENJAMIN	<i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Nymphaea odorata</i>
34. <i>Trienodes ignita</i> WALKER	<i>Sagittaria latif. diversifolia</i>	Diptera Chironomidae	
35. <i>Trienodes injusta</i> (HAGEN)	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nuphar advena</i> <i>Sagittaria latif. diversifolia</i> <i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Myriophyllum heterophyllum</i>	47. <i>Polypedilum tritum</i> (WALKER)	<i>Nuphar variegatum</i>
36. <i>Trienodes marginata</i> SIBLEY	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nymphaea odorata</i> <i>Sagittaria latif. diversifolia</i> <i>Vallisneria americana</i> <i>Myriophyllum heterophyllum</i>	48. <i>Polypedilum fallax</i> (JOHANNSEN)	<i>Nuphar variegatum</i>
37. <i>Trienodes</i> sp.	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nuphar odorata</i> <i>Sagittaria latif. diversifolia</i> <i>Myriophyllum heterophyllum</i>	49. <i>Polypedium illinoense</i> (MALLOCH)	<i>Nuphar tuberosa</i> <i>Nuphar odorata</i>
38. <i>Mystacides longicornis</i> (LIMNAEUS)	<i>Nymphaea tuberosa</i> <i>Nymphaea odorata</i> <i>Myriophyllum heterophyllum</i> <i>Myriophyllum exallescens</i>	50. <i>Polypedilum braseniae</i> (LEATHERS)	<i>Brasenia schreberi</i> <i>Nymphaea odorata</i>
39. <i>Trienodes sepulchralis</i> (WALKER)	<i>Nuphar variegatum</i>	51. <i>Tanytarsus quadripunctatus</i> (JOHANNSEN)	<i>Nuphar advena</i> <i>Nuphar variegatum</i> <i>Nymphaea odorata</i>
Lepidoptera Noctuidae		52. <i>Harnischia tenuicaudata</i> (MALLOCH)	<i>Myriophyllum exallescens</i>
40. <i>Bellura melanopyga</i> GROTE	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nuphar advena</i>	53. <i>Harnischia abortiva</i> (MALLOCH)	<i>Myriophyllum exallescens</i>
Lepidoptera Pyraustidae		54. <i>Tendipes</i> sp.	<i>Nuphar variegatum</i>
41. <i>Nymphula maculalis</i> CLEMENS	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nuphar advena</i> <i>Nymphaea odorata</i>	Diptera Empididae	
42. <i>Nymphula icciusalis</i> WALKER	<i>Brasenia schreberi</i>	55. <i>Hilaria bella</i> COQUILLET	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Nuphar advena</i>
43. <i>Nymphula obscuralis</i> GROTE	<i>Nuphar variegatum</i>	Diptera Hileidae	
44. <i>Nymphula badiusalis</i> (WALKER)	<i>Myriophyllum exallescens</i> <i>Nymphaea odorata</i>	56. <i>Atrichopogon fusinervis</i> (MALLOCH)	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i>
		Diptera Ephydriidae	
		57. <i>Notiphila loewi</i> CRESSON	<i>Nymphaea odorata</i> <i>Nymphaea tuberosa</i>
		58. <i>Hydrellia cruralis</i> COQUILLET	<i>Nuphar advena</i> <i>Zizania aquatica</i>
		Diptera Cordyluridae	
		59. <i>Hydromyza confluens</i> LOEW	<i>Nuphar variegatum</i>
		Diptera Hemididae	
		60. <i>Porricondyliini</i> sp.	<i>Sagittaria latifolia</i>
		Hymenoptera Braconidae	
		61. <i>Chorebus</i> sp.	<i>Zizania aquatica</i>

Bibliografia

- AA.VV., 1971- Aquatic weeds - annual and perennial aquatic weeds.
Weed Scienze, 19 (4): 468-470.
- AA.VV., 1987- Acquacoltura & Agricoltura.
CESTAAT, 178pp.
- AA.VV., 1988 - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico della laguna di Orbetello. Studio di fattibilità. *Comune di Orbetello- Regione Toscana-A.GE.I SCrl*- 144pp.
- Adams M.S., McCracken H., 1974 - Seasonal production of the *Myriophyllum* component of the littoral of Lake Wingra.
J. Ecol., 62: 457-465.
- Aleem A.A., Samaan A.A., 1969 - Productivity of Lake Mairut, Egypt Part II - Primary production.
Int. Revue ges Hydrobiol. Hydrogr., 54: 491-527.
- Aliev D.S., 1963 - Experience in the use of white amur in the struggle against the overgrowth of the water bodies.
In: *problemy rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya rastitel'noyadnykh tyb vodoyemakh SSSR* (Problems of the fisheries exploitation of plant-eating fishes in the water bodies of the USSR.
- Anzalone B., 1984 - Elenco preliminare delle piante vascolari del Lazio.
Quaderni Lazionatura n.5. Regione Lazio-Società Botanica Italiana. 251 pp.
- Avault J.W., 1965- Preliminary studies with grass carp for aquatic weed control.
Prog. Fish-Cult., 27 (4): 207-209.
- Bishop P.L., Eighmy T.T., 1989 - Aquatic wastewater treatment using *Elodea nuttallii*.
Journal WPCF, 61 (5): 641-648.
- Bonor D.J., DeLong D.M., Triplehorn C.A., 1981 - An introduction to the study of insects (5th edition).
Saunders College Publishing - United States of America, pp. 827.
- Bronzi P., Guzzi L., 1983 - Prospettive di utilizzo della carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idella* Val.) nel controllo biologico delle macrofite infestanti.
Acqua-Aria, 3: 249-258.
- Brooker M.P., Edwards R.W., 1973 - Effects of the herbicide Paraquat on the ecology of a reservoir - I- Botanical and chemical aspects.
Freshwater Biol., 3: 157-175.
- Brooker M.P. & Edwards R.W., 1975 - Aquatic herbicides and the control of water weeds. *Water Res.* 9: 1-15.
- Cappelletti C., 1975 - Trattato di botanica. Vol. 1 e 2.
Utet, Torino.
- Celli G., Maini S., 1980 - Lotta biologica integrata in agricoltura.
MAF - CESTAAT, Roma pp. 140.
- Celli G., Viggiani G., Tremblay E., Rotundo G., Triggiani O., Girolani V., Barbagallo S., 1980 - Prospettive di controllo biologico degli insetti in agricoltura.
CNR AQ/1/51-56 pp. 164.
- Colle D.E. et al., 1978 - Utilization of selective removal of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) from an 80-hectare Florida lake to obtain a population estimate.
Trans. Am. Fish. Soc., 107 (5): 724-729.
- Corbetta F., Ronsisvalle G.A., 1983 - Fitodepurazione delle acque inquinate ed utilizzazione delle biomasse prodotte.
Natura e Montagna, 4: 36-40.
- DeBusk T.A., Reddy K. R., Hayes T.D., Schwegler Jr. B.R., 1989 - Performance of a pilot-scale water hyacinth-based secondary treatment system.
Journal WPCF, 61 (7): 1217- 1224.
- Edwards D.J., 1974 - Weed presence and growth of young grass carp in New Zeland.
N.Z.J. Mar. Freshwat. Res., 8 (2): 341-350.
- Edwards D.J., 1975 - Taking a bite at the waterweed problem.
N. Z. J. Agric., 130 (1): 33-36.
- Edwards P., 1985 - Use of terrestrial vegetation and aquatic macrophytes in aquaculture.
Proceeding of the Conference on Detrital Systems for Aquaculture 26-31 august 1985, Bellagio, Como, Italy ICLARM : 311-335.
- Einor L.O. and Dmitrieva N.G., 1989 - Phosphorus uptake from natural waters by emerged macrophytes, exemplified by inanna grass.
Water Res., 15 (4): 396-401.
- Einor L.O., Kolesnikov P.A., Mutuskin A.A., Glinka E.M., Melikhova A.G. and Zorè S.V., 1989 - Characteristics of one enzyme of aquatic macrophytes in connection with formation of water quality. *Water Res.*, 15 (3): 253-258.
- Emden van, H.F., 1974 - Pest control and its ecology.
Studies in Biology n. 50, *Edward Arnold Ltd.*, London.
- Forsberg C., 1960 - Subaquatic macro-vegetation in Osbysson.
Oikos, 11: 183-199.
- Franz J.M., Krieg A., 1976 - La lotta biologica.
Edagricole-Calderini, Bologna, pp. 208.
- Gaudet J.J., 1974 - The normal role of vegetation in water.
In: Mitchell D.S. (Ed.): *Aquatic vegetation and its use and control*.
Unesco - Paris: 24-37.
- Goulder R., 1969 - Interaction between the rates of production of freshwater macrophyte and phytoplankton in a pond.
Oikos, 20: 300-309.
- Guilizzoni P., Saraceni C., 1974 - Popolamento a macrofite.
In: Barbanti L. et al.: *Indagini ecologiche sul lago d'Endine*.
Edizioni *Istituto Italiano di Idrobiologia*- Pallanza: 183-224.
- Hauser J.R., 1984 - Use of water hyacinth aquatic treatment systems for ammonia control and effluent polishing.
Journal of water pollution control federation, 56 (3): 219-225.

- Holm L.G., Weldon L.W. and Blackburn R.D., 1971 - Aquatic weeds.
Aquatic Botany, 2: 1356-1372.
- Jayanth K.P., 1988 - Successful biological control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) by *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera: Curculionidae) in Bangalore, India.
Tropical Pest Management, 34 (3): 263-266.
- Jayanth K.P., 1988 - Biological control of water hyacinth in India by release of the exotic weevil *Neochetina bruchi*. *Curr. Sci.*, 57 (17): 968-970.
- Johson M. and Laurence J.M., 1973 - Appendix E. Biological weed control with the white amur.
In: Herbivorous fish for aquatic plant control, edid by E.O. Gangstad. Aquatic Plant Control Program. *Tech. Rep. U.S. Army Eng. Waterways Exp. Stn.*, Vicksburg, Miss., (4): E1-E12.
- Jupp B.P., Spence D.H.N., 1977 - Limitations of macrophytes in a eutrophic lake.
J. Ecol., 65: 431-446.
- Kilgen R.H. and Smitherman R.O., 1971 - Food habits of the white amur stocked in ponds alone and in combination with other species.
Prog. Fish-Cult., 33 (3): 123-127.
- Kilgen R.H., 1973 - Appendix F. Food habits of the white amur (*Ctenopharyngodon idella*) stocked in ponds alone and in combination with other species. In: Herbivorous fish for aquatic plant control, edided by E.O. Gangstad. Aquatic Plant Control Program. *Tech. Rep. U.S. Army Eng. Waterways Exp. Stn.*, Vicksburg, Miss., (4): F1-F13.
- Krupauer V., 1971 - The use of herbivorous fishes for ameliorative purposes in central and eastern europe.
Proc. Eur. Weed. Res. Coun. 3rd Int. Symp. Aquatic Weed : 95-102.
- Lechowicz M.I., Adams M.S., 1975 - A note on aquatic macrophyte productivity in lake Maggiore.
Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 32: 49-55.
- Lind C.T., 1969 - The submerged aquatics of University Bay: a study of eutrophication.
Am. Midl. Nat., 81: 353-369.
- Little E.C.S., 1979 - Handbook of utilization of aquatic plants.
FAO Fisheries Technical Paper, 187 pp.176.
- Magmedov V.G., 1989 - Main types of water-protection structures using the purification properties of macrophyte communities.
Water Res., 15: 205-210.
- Mamun A.A., Salim M., Wahab M.A. and Ali M.A., 1987 - Aquatic weeds of Bangladesh and their control.
Tropical Pest Management, 33 (3): 224-228.
- Mara D.D. and Pearson H.W., 1987 - Waste stabilization ponds - Design manual for mediterranean Europe. *EUR/HFA* 20 pp. 53.
- Marchetti R., 1987 - L'eutrofizzazione un processo degenerativo delle acque.
Franco Angeli-Milano, 315 pp.
- Marshall E.J.P., 1985 - The ecology of land drainage channel- I. Oxygen balance.
Water Res., 15: 1075-1085.
- Marshall E.J.P., 1984 - The ecology of a land drainage channel - II biology, chemistry and submerged weed control. *Water Res.*, 18 (7): 817-825.
- McGaha Y.J., 1952 - The limnological relations of insects to certain aquatic flowering plants.
American Microscopical Society, 71 (4): 355-381.
- Michewicz J.E., Sutton D.L. and Blackburn R.D., 1972 - Water quality of small enclosures stocked with white amur.
Hyacinth Control Journal, 10: 22-25.
- Michewicz J.E., Sutton D.L. and Blackburn R.D., 1972 - The white amur for aquatic weed control.
Weed Scienze, 20 (1): 106- 110.
- Minelli A., Trevisanello E., 1985 - Considerazioni sulla fauna legata alle macrofite in un tratto del Fiume Sile (Italia - Nordorientale).
Lavori Soc. Ven. Sc. Nat., 10: 79-96.
- O'Brien W.J., 1981 - Use of aquatic macrophytes for wastewater treatment.
Journal of the Environmental Engineering Division, American Society of Civil Engineers, 107 (EE4): 681-698.
- Oleinik G.N., Yakushin V.M. and Tsaplina E.N., 1989 - Effect of decomposition of higher aquatic plants on organic matter content in water.
Water Res., 15: 192-200.
- Pentelov F.T.K. and Scott B., 1965 - Grass carp for weed control.
Prog. Fish-Cult., 27 (4): 210.
- Petr T., 1987 - Le poisson, la pêche, les macrophytes aquatiques et la qualité des eaux continentales.
Bulletin de la qualité des eaux et la peche. 12 (3): 114-119.
- Pieterse A.H., 1977 - Biological control of aquatic weeds: prospectives for the tropics.
Aquatic Botany, 3: 133-141.
- Pignatti S., 1983 - Flora d'Italia. Vol I e II.
Edagricole - Bologna.
- Pip E., 1987 - Species richness of aquatic macrophytes communities in Central Canada.
Hydrobiol. Bull., 21 (2): 159-165.
- Prabhavathy G. and Sreenivasan A., 1977 - Cultural prospects of chinese carps in Tamilnadu.
Proc. IPFC., 17 (3): 354-362.
- Ranalli A., 1989 - Trattamento degli effluenti di oleificio con *Eichhornia crassipes*.
Inquinamento, 2: 62-66.
- Robson T.O., 1977 - Perspectives of biological control of aquatic weeds in temperate climatic zones.
Aquatic Botany, 3 : 123-131.
- Room P.M., Harley K.L.S., Forno I.W. & Sand D.P.A., 1981 - Successful biological control of the floating weed salvinia.
Nature, 294: 78-80.
- Sankaran T. and Rao V.P., 1972 - An annotated list of insects attacking some terrestrial and aquatic weeds in India, with records of some parasites of phytophagous insects.

Commonwealth Institute of Biological Control- Technical Bulletin, 15: 131-157.

Shireman J.V. and Smith C. R., 1983 - Synopsis of biological data on the grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844).

FAO Fisheries Synopsis, n. 135 pp. 186.

Sprenger M., McIntosh A., 1989 - Relationship between concentrations of aluminum, cadmium, lead, and zinc in water, sediments, and aquatic macrophytes in six acid lakes. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 18 (1-2): 225-231.

Stevenson J.H., 1965 - Observations on grass carp in Arkansas. *Prog. Fish-Cult.*, 27 (4): "203-206.

Sutton D.L., 1977 - Utilization of duckweed by the white amur. In: Proceedings of the Fourth International Symposium on biological control of weeds, edited by T.E. Freeman. Gainesville, Florida, University Of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences: 257- 260.

Sutton D.L. and Blackburn R.D. 1973 - Appendix D. Feasibility of the white amur (*Ctenopharyngodon idella*) as a biocontrol of aquatic weeds. In: Herbivorous fish for aquatic plant control, edited by E.O. Gangstad. Aquatic Plant Control Program. Tech. Rep. U.S. Army Eng. Waterways Exp. Stn., Vicksburg, Miss., (4): D1-D42.

Sutton D.L., Miley II W.W. and Stanley J.G., 1977 - Report to the Florida Department of Natural Resources on the project: Onsite inspection of the grass carp in the USSR and other European countries. Fort Lauderdale, Florida, Y. University of Florida Agricultural Research Center, pp. 48.

Szczepanski A., 1977 - Limiting factors and productivity of macrophytes. *Folia Geobot. Phytotax.*, 12: 1-7.

Timofeeva S.S. and Cheremnykh N.V., 1989 - Extraction of triphenylmethane dyes by macrophytes. *Water Res.*, 15: 200-205.

Timofeeva S.S. and Men'shikova O.A., 1987 - Use of macrophytes for intensifying biological treatment of thiocyanate- containing

wastewater. *Water Res.*, 13 (6): 582-586.

Timofeeva S.S. and Rusetskaya G.D., 1990 - Role of macrophytes in decontaminating flotation agents. *Water Res.*, 15: 387-391.

Tonzing S., 1968 - Elementi di botanica. Vol. II. *Ambrosiana* - Milano.

Van Duke J.M., 1973 - A nutritional study of the white amur (*Ctenopharyngodon idella* Val.) fed duckweed. M.S. thesis. Gainesville, Florida, University of Florida, pp. 35.

Van Zon J.C.J., 1977 - Introduction to biological control of aquatic weeds.

Aquatic Botany, 3: 105-109.

Van Zon J.C.J., 1984 - Economic weed control with grass carp. *Tropical Pest Management*, 30 (2): 179-185.

Weise G. and Jorga W., 1981 - Aquatic macrophytes - a potential resource.

Water Quality Bulletin, 6 (4): 104-107.

Wetzel R.G., 1964 - A comparative study of the primary productivity of higher aquatic plants, periphyton and phytoplankton in a large, shallow lake.

Int. Revue Ges. Hydrobiol., 49: 1-61.

Willey R.G., Diskocil M.J. and Lembi C.A., 1974 - Potential of the white amur (*Ctenopharyngodon idella* Val.) as a biological control for aquatic weeds in Indiana.

Proc. Indiana Acad. Sci., 83: 173-178.

Wingfield G.I., Greaves M.P., Bebb J.M. and Seager M., 1985 - Microbial Immobilization of phosphorous as a potential means of reducing phosphorous pollution of water.

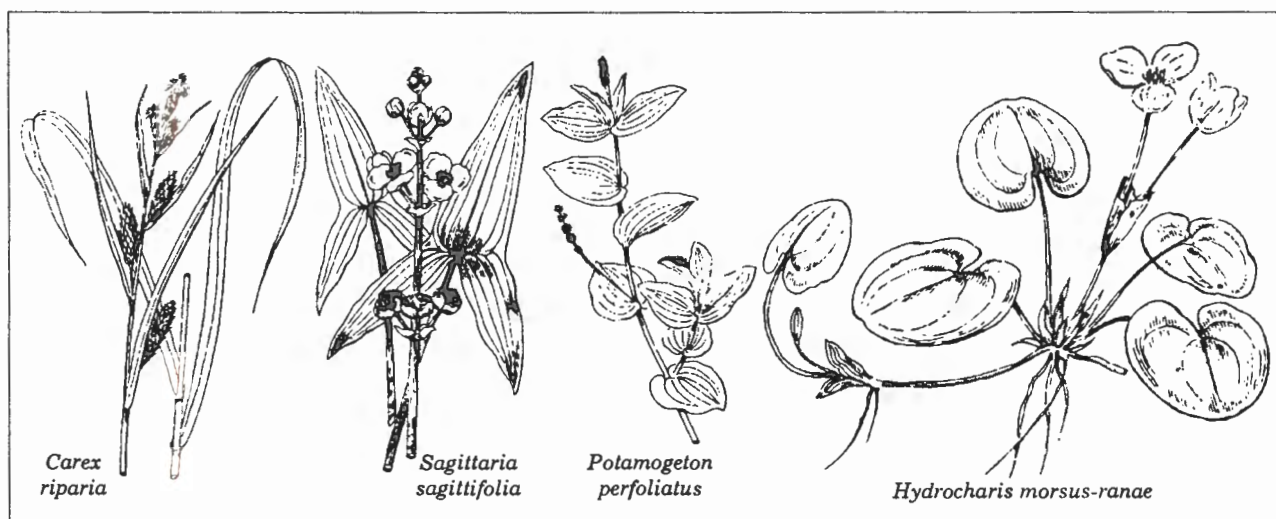
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 34: 587-596.

Wooten J.W. & Dodd J.D., 1976 - Growth of water hyacinths in treated sewage effluent.

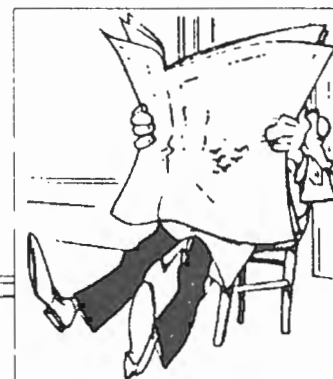
Economic Botany, 30: 29-37.

Zangheri P., 1976 - Flora italica.

Cedam, Padova.



ABSTRACTS



IGIENE AMBIENTALE

- | | | |
|-------|----|--|
| [219] | 1- | L'impiego dell'acqua ossigenata per la rimozione dei composti organici alogenati nei trattamenti di potabilizzazione delle acque |
| [220] | 2- | Caratteristiche microbiologiche di acque destinate ad uso potabile sottoposte a trattamento con apparecchi e resine scambiatrici di ioni |
| [221] | 3- | Utilizzazione di filtri a carbone attivo nel trattamento di potabilizzazione delle acque: significato della crescita di schizomiceti sulla superficie dei letti e rischi correlati |
| [222] | 4- | La predisinfezione nei trattamenti di potabilizzazione |

DEPURAZIONE

- | | | |
|-------|----|--|
| [223] | 1- | Influenza degli inibitori sui processi di nitrificazione negli impianti convenzionali di depurazione dei liquami |
| [224] | 2- | Tecniche avanzate di rimozione biologica di azoto e fosforo dalle acque di scarico |
| [225] | 3- | Utilizzazione delle acque reflue in agricoltura ed acquacoltura |

RIGANTI V. - 1991

L'impiego dell'acqua ossigenata per la rimozione dei composti organici alogenati nei trattamenti di potabilizzazione delle acque*Biologi Italiani*, 9: 13-15.

[219]

E' noto che il cloro attivo utilizzato nei trattamenti di disinfezione delle acque potabili dà luogo, in presenza di precursori (acidi umici e fulvici, clorofilla, prodotti algali extracellulari, fenoli, chetoni, aminoacidi liberi e proteici, ecc.), alla formazione di aloderivati, di cui i trialometani (THM) sono soltanto la frazione più nota (vedi tabella).

Per la loro mutagenicità, correlata soprattutto alle frazioni a maggior peso molecolare, il DPR 236/88 fissa in $30 \mu\text{g/l}$ la concentrazione massima ammissibile dei composti organo-alogenati (TOX) e in $1 \mu\text{g/l}$ il valore guida.

Poiché la cinetica di formazione dei TOX è relativamente lenta rispetto a quella di disinfezione, gli indirizzi più recenti per ridurre la formazione sono basati (oltre che sulla rimozione dei precursori con la chiariflocculazione)

sull'impiego combinato di altri ossidanti (ozono, biossido di cloro, acqua ossigenata) dopo che la clorazione ha svolto la sua azione disinfettante, ma prima che essa abbia dato origine ai TOX. L'Autore passa in rassegna alcune esperienze italiane, con particolare riferimento a quelle che fanno uso di acqua ossigenata.

L'impianto di Mantignano -che tratta l'acqua dell'Arno a valle di Firenze- utilizza una addizione di cloro al break point (l'unico trattamento veramente efficace per abbattere ossidativamente l'ammoniaca), alla quale seguono: chiariflocculazione con idrossido di calcio, trattamento con acqua ossigenata, filtrazione su sabbia, ozonizzazione, filtrazione su carboni attivi granulari, postdisinfezione con biossido di cloro.

Nell'impianto pilota alimentato con acqua del fiume Sile il dosaggio di cloro è stato ridotto alla metà del valore di break point e seguito da aggiunte di acqua ossigenata, alla quale viene attribuita la prevalente funzione di agente di dechlorazione (reagendo rapidamente col cloro in eccesso) e di rallentamento della formazione di aloformi, la cui velocità è funzione della concentrazione di cloro residuo. In tal modo si è ottenuta una soddisfacente riduzione dell'ammoniaca e dei nitriti e una riduzione del 40-50% nella formazione dei THM. Discutendo il ruolo dei carboni attivi, viene osservato che essi da un lato portano alla formazione di ulteriori TOX, dall'altro trattengono quelli a maggior peso molecolare; i carboni attivi granulari non sono in grado di trattenere efficientemente i THM volatili.

Nell'acquedotto Valnoci di Genova, operando una predisinfezione con ipoclorito e acqua ossigenata e una postdisinfezione con ipoclori-

Composti organici alogenati più frequentemente riscontrati nelle acque potabilizzate

Categoria	Composti
Trialometani	Cloroformio, diclorobromometano, dibromoclorometano, bromoformio
Aloaceto nitrili	Tricloroacetoneitrile, dicloroacetoneitrile, bromocloroacetoneitrile, dibromoacetoneitrile
Alochetoni	1,1-dicloropropanone, 1,1,1-tricloropropanone
Acidi aloacetici	ac. monocloroacetico, ac. dicloroacetico, ac. tricloroacetico, ac. monobromoacetico, ac. dibromoacetico
Clorofenoli	2,4,6-triclorofenolo
Vari	Cloralioidrato, tricloronitrometano, cloruro di cianogeno

to, il tasso di TOX risulta determinato dalla sola postdisinfezione. Buoni risultati sono stati ottenuti anche utilizzando, in presenza di un filo di rame come catalizzatore, l'acido di Caro (H_2SO_5) in sostituzione dell'acqua ossigenata.

In conclusione, l'efficienza battericida del sistema cloro attivo/acqua ossigenata in fase di predisinfezione permette di contenere la for-

mazione di composti organo-alogenati senza perdita di azione disinfettante; l'azione positiva dell'acqua ossigenata è condizionata sia dal rapporto tra la sua concentrazione e quella dello ione ipoclorito, sia dal tempo che intercorre tra la clorazione e la successiva aggiunta di acqua ossigenata.

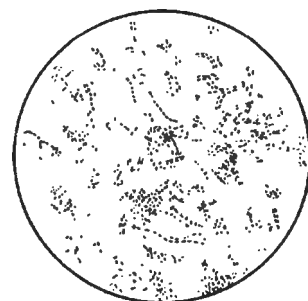
P. R.

BERNAGOZZI M., DE LUCA G., ROMANO G.C., SCERRE E., TONELLI E., ZANETTI F. - 1990

Caratteristiche microbiologiche di acque destinate ad uso potabile sottoposte a trattamento con apparecchi e resine scambiatrici di ioni

L'Igiene Moderna, 93: 891-901.

[220]



Sembra accertato che l'uso alimentare di acque dure non comporti danni per la salute, ma anzi possa arrecare vantaggi (correlazione negativa fra durezza e malattie cardiovascolari). L'addolcimento delle acque può condurre, invece, ad un impoverimento minerale dell'acqua (e quindi della dieta), ad un arricchimento di sodio (rischio per i soggetti ipertesi) e alla proliferazione microbica. Per approfondire quest'ultimo aspetto, gli Autori hanno allacciato alla rete idrica due addolcitori a resine scambiatrici di ioni ed hanno determinato, nell'acqua in ingresso ed in uscita, i seguenti parametri: carica microbica a 22 °C e a 35 °C, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali e *Pseudomonas*, cloro residuo, ossidabilità, N-NH_3 , N-NO_2 , durezza.

Sono stati effettuati 4 cicli sperimentali, della durata di 3-4 settimane ciascuno, variando la frequenza di rigenerazione delle resine (2-3 volte la settimana), introducendo in alcuni una sosta dell'erogazione per 48 ore (sosta week-end), una prefiltrazione o una predisinfezione radicale con una soluzione concentrata di ipoclorito di sodio (1 h di contatto). Un addolci-

tore veniva rigenerato con sale comune (NaCl) e l'altro con NaCl e ipoclorito di calcio; in tutti i casi l'erogazione è stata regolata, mediante temporizzatore, in circa 1.000 litri al giorno, corrispondenti al fabbisogno giornaliero di un nucleo familiare. Per ciascun ciclo sperimentale sono stati effettuati 3-5 prelievi settimanali in ingresso e in uscita, per i controlli analitici.

I risultati mostrano nel primo ciclo un modesto peggioramento della qualità batteriologica (lieve superamento dei limiti delle cariche microbiche previsti dal DPR 236/88). Nei successivi cicli sperimentali, parallelamente al prolungato utilizzo degli addolcitori, si riscontrano elevatissime cariche microbiche in uscita (fino a 40.000 UFC/ml, contro poche UFC/ml in ingresso) ed un rilevante aumento dei coliformi totali (da poche unità in ingresso a 20.000/100 ml in uscita); negli ultimi prelievi, specie dopo la sosta del week-end, anche l'ossidabilità e l'azoto ammoniacale e nitroso giungono a superare notevolmente la concentrazione massima ammissibile fissata dal DPR 236/88. Altri parametri (coliformi fecali, streptococchi fecali, *Pseudomonas*) risultano sempre

assenti, sia in ingresso che in uscita.

Gli Autori concludono che con l'andare del tempo l'utilizzo degli addolcitori conduce -anche in condizioni più che soddisfacenti di manutenzione- ad un progressivo peggioramento della qualità microbiologica dell'acqua. La rigenerazione-disinfezione delle resine con ipoclo-

rito di calcio arreca vantaggi solo nei primi periodi, quando la contaminazione dell'acqua è di lieve grado. Per tali ragioni, gli Autori ritengono corretto limitare l'impiego degli addolcitori al trattamento delle acque industriali e ne sconsigliano l'uso per il trattamento delle acque ad uso alimentare.

B. B.

BUCCI R., CALAMO-SPECCHIA F.P., DAMIANI G. - 1991

Utilizzazione di filtri a carbone attivo nel trattamento di potabilizzazione delle acque: significato della crescita di schizomiceti sulla superficie dei letti e rischi correlati

L'Igiene Moderna, 95: 589-604.

[221]



L'ultimo decennio ha registrato un significativo incremento nello studio dei trattamenti di potabilizzazione delle acque e nell'impiego dei carboni attivi, soprattutto nella potabilizzazione delle acque superficiali.

Il carbone attivo in polvere (PAC) è generalmente usato nelle prime fasi del trattamento e, dopo aver assorbito gli inquinanti, viene rimosso nella flocculazione-decantazione e filtrazione; il carbone attivo granulare (GAC) invece, contenuto in appositi filtri, viene normalmente impiegato alla fine del trattamento e rigenerato termicamente o chimicamente dopo diversi mesi di utilizzo.

Dopo aver descritto i principali meccanismi che regolano il potere adsorbente dei carboni attivi, gli Autori affrontano i rischi derivanti dal loro impiego, in particolare quelli legati alla crescita di batteri sulla superficie dei GAC.

Circa il 90% delle sostanze organiche adsorbite sui GAC ha elevato peso molecolare ed appartiene per lo più alla classe 5 dell'EPA (vedi tabella), mentre il restante 10% comprende sostanze dei gruppi 1, 2 e 4, di cui sono noti

gli effetti tossici, mutageni e cancerogeni. Un rischio spesso sottovalutato deriva dal fatto che le sostanze della classe 5, pur essendo innocue, possono spostare dal GAC le sostanze tossiche precedentemente adsorbite, determinandone il rilascio in rete.

La disponibilità nei GAC di una superficie

Classificazione tossicologica delle sostanze adsorbibili sui GAC (USEPA, 1978)

Gruppo	Composti chimici
1	Carcinogeni accertati e sospetti
1A	Mutageni, teratogeni
2	Contaminanti primari
3	Altri composti potenzialmente pericolosi per la salute
4	Precursori organici che, reagendo con un disinfettante, danno luogo a derivati classificabili nei gruppi 1 e 3
5	Sostanze umiche e innocue che, ad alte concentrazioni, possono competere con i composti dei gruppi 1 e 3 determinandone il precoce distacco dai letti di GAC

molto estesa (circa 1.000 m²/g) e di una considerevole quantità e varietà di sostanze organiche adsorbite su di essa favoriscono la proliferazione dei batteri che raggiungono in 20-30 giorni le 10⁸ UFC/ml di GAC. La crescita batterica nei filtri a GAC è superiore a quella che si verifica nei filtri a sabbia poiché in questi ultimi il cloro impiegato nella predisinfezione continua a svolgere la sua azione mentre nelle colonne a GAC viene trattenuto dal primo strato.

Il biofilm batterico svolge un ruolo positivo nella degradazione delle sostanze organiche, ma può anche dar luogo ad effetti indesiderati o nocivi. Nell'acqua trattata con GAC sono state rinvenute cariche batteriche totali dell'ordine di 10³ UFC/ml, con predominanza di *Pseudomonas* e frequente riscontro di *Bacillus*, *Flavobacterium* e *Alcaligenes*. Tali microrganismi, oltre ad essere patogeni opportunisti (soprattutto per individui immunodepressi) e cloro-resistenti, possono inibire competitivamente la crescita dei coliformi totali, annullandone così la preziosa funzione di indicatori di contaminazione.

Altre ricerche evidenziano il rischio rappresentato dallo sviluppo, sui letti di GAC, di patogeni Gram negativi, con possibili conseguenze legate alla elaborazione ed al rilascio di tossine nell'effluente.

Per alcuni patogeni (*Yersinia enterocolitica*, *S. typhimurium*, *E. coli* enterotossica) è stata osservata nei GAC una riduzione del tasso di crescita, per l'effetto competitivo mostrato da altre specie microbiche.

Gli Autori concludono che i filtri a GAC possono rappresentare rischi potenziali per la salute umana. Una prevenzione del rischio microbiologico è possibile a patto che:

- gli operatori degli impianti siano consapevoli di tale rischio e provvedano alla rimozione dei patogeni e dei patogeni opportunisti;
- venga effettuato un pretrattamento dell'affluente con cloro, biossido di cloro o ozono in modo da contenere il numero di batteri che raggiunge i filtri;
- venga evitata la torbidità dell'affluente (che compromette l'efficacia della preclorazione);
- venga costantemente mantenuta in tutti i punti della rete una adeguata quota di cloro libero residuo, più elevata nei punti dove si accumula sedimento (che favorisce la crescita microbica);
- venga sviluppato un programma continuo e vigile di sorveglianza per eliminare particelle e sedimento da tutto il sistema di distribuzione.

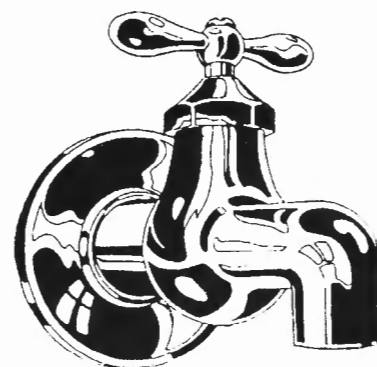
P. R.

ALBERTIN P., BABATO F., BARTOLOZZI A., CONDO' A., NAVAIO G. - 1990

La predisinfezione nei trattamenti di potabilizzazione

Inquinamento, XXXII (9): 68-75.

[222]



I limiti per i composti organoclorurati fissati dal DPR 236/88 impongono a molti acquedotti profonde revisioni dei tradizionali trattamenti

di predisinfezione: un problema non semplice che costringe a soluzioni di compromesso, poiché ciascun disinfettante presenta vantaggi e

svantaggi.

Nel caso di acque superficiali con elevato TOC e azoto ammoniacale l'impiego di cloro e di ipoclorito a monte della chiariflocculazione, seppure valido nell'azione antifoaming e nell'ossidazione dell'N ammoniacale e nitroso, produce notevoli quantità di organoclorurati, difficilmente eliminabili anche ricorrendo ai carboni attivi o allo stripping con aria.

Il biossido di cloro, che pure ha una buona azione antifoaming e produce minori quantità di alorganici, ha costi elevati, non abbatta efficacemente l'N-NH₃ e genera ioni clorito e clorato (sulla cui tossicità non si è ancora in grado di esprimere pareri rassicuranti) e altri derivati indesiderati.

Anche il pretrattamento con ozono, pur abbattendo numerosi inquinanti organici, produce aldeidi e chetoni che, alterando le caratteristiche organolettiche dell'acqua, impongono la filtrazione su carboni attivi granulari che rende il processo economicamente oneroso.

La predisinfezione con raggi UV associati ad ossidanti (ozono, perossido di idrogeno) è utilizzabile solo per acque particolarmente limpide.

I trattamenti alternativi (MnO₄, clorammine, cloruro di bromo, acido peracetico, FeO₄, sali ammoniacali quaternari, iodio, radiazioni ionizzanti, peroxono), infine, sono ad oggi insufficientemente sperimentati a livello applicativo.

Il ricorso all'uso del cloro e dei suoi derivati appare perciò ancora inevitabile, soprattutto per acque ad elevato tenore di N-NH₃.

Al fine di ridurre al minimo la formazione di organoclorurati si ricorre a trattamenti combinati (biossido di cloro/cloro, ozono/cloro, ammoniaca/cloro, cloro/acqua ossigenata), mirati a inibire la reazione aloformica (tramite ClO₂) o a ridurre i precursori aloformici (chiariflocculazione o carboni attivi prima della clorazione) o, ancora, ad ottenere una decolorazione rapida (con solfito, tiosolfato, perossido di idrogeno, ione ferroso, ecc.) dopo che il cloro ha svolto l'azione disinfettante, ma prima che possa dar luogo alla formazione di organoclorurati.

L'efficacia della decolorazione rapida al termine della predisinfezione è stata studiata presso la centrale di Torre Coligo (Venezia), alimentata con acque del fiume Sile, installando un impianto pilota in parallelo a quello reale.

Nell'impianto reale viene effettuata la predisinfezione con 6 ppm di cloro (il doppio della concentrazione di break point), seguita dalla decolorazione con 15 ppm di FeSO₄·7H₂O; il solfato ferroso, oltre ad ossidarsi a spese del cloro, rimuovendone così l'eccesso, si idrolizza a idrato ferrico che favorisce la successiva coagulazione e decantazione. In questo modo si ottiene già prima della decantazione la totale eliminazione dell'N ammoniacale e nitroso e della carica batterica. Sebbene l'aggiunta del solfato ferroso consenta di ridurre la concentrazione di trialometani (THM) da oltre 100 a 15-25 ppb, questo valore è vicino alla concentrazione massima ammissibile (30 µg/l) e ben superiore al valore guida (1 µg/l).

Per ridurre la formazione di THM senza modifiche impiantistiche, sono state sperimentate nell'impianto pilota varie aggiunte di H₂O₂. Questa, in assenza di clorazione, non produce ovviamente THM, ma non rimuove l'N-NH₃ ed esercita un'azione disinfettante insufficiente.

In assenza di H₂O₂, riducendo la concentrazione del cloro e mantenendo fissa quella di FeSO₄, si ottengono significative riduzioni di THM (a concentrazioni di cloro < 3 ppm), a scapito però dell'azione disinfettante e della rimozione dell'N-NH₃.

E' stata provata, infine, l'aggiunta di H₂O₂ all'acqua pretrattata con cloro a varie concentrazioni, ferma restando quella dell'FeSO₄:

- A) l'aggiunta di dosi crescenti di H₂O₂ a valle della clorazione (6 ppm Cl₂ + 15 ppm FeSO₄·7H₂O) consente una riduzione dei THM del 15-25%;
- B) riducendo del 50% il cloro (circa 3-3,5 ppm, seguito da 3-3,5 ppm di H₂O₂) l'azione disinfettante e l'abbattimento dell'N ammoniacale e nitroso restano ancora soddisfacenti mentre la riduzione dei THM si aggira sul 40-50%.

Nel primo caso (A) la funzione prevalente dell' H_2O_2 è quella di ridurre rapidamente il cloro in eccesso a cloruro, rallentando così la formazione degli aloformi. L'entità dei risultati varia al variare dell'intervallo di tempo tra l'immissione di cloro e quella di H_2O_2 .

Nel secondo caso (B) la più efficace azione

disinfettante e ossidante (su NH_3 e NO_2^-) viene attribuita all'interazione tra cloro e acqua ossigenata (con formazione di ossigeno attivo nello stato di singoletto) e tra perossido di idrogeno e clorammina, mentre la diminuzione dei THM è ancora attribuibile alla ridotta quantità di cloro residuo libero.

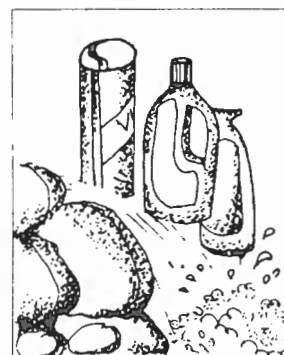
P. S.

MUNAO' F., DI PIETRO A., SCOGGIO M.E., GRILLO O.C., ANZALONE C., MINOLFI P. - 1990

Influenza degli inibitori sui processi di nitrificazione negli impianti convenzionali di depurazione dei liquami

Acqua-Aria, 9: 769-774.

[223]



L'immissione di sostanze tossiche in acque reflue afferenti ad impianti di depurazione può determinare una perdita di attività del fango attivo peggiorando la qualità dell'effluente finale.

Gli Autori hanno studiato l'azione di alcuni tensioattivi cationici (esadecilpiridinilcloruro: HPC; esadecilmetilbenzilammonio cloruro: HDMBAC; esadeciltrimetilammonio bromuro: HTMAB), agenti anionici (sodio laurilsolfato: LS; dodecilbensensulfonato sodico: DBS, nitrilotriacetato sodico: NTA) e di due loro miscele (HPC, HDMAB, HTMAB e LS, DBS, NTA) sulla capacità nitrificante di batteri chemioautotrofi prelevati da un impianto a fanghi attivi.

La percentuale di inibizione dell'attività nitrificante -rispetto a quella esibita da un controllo privo di inibitori- è stata valutata determinando quotidianamente nel periodo di prova (28 giorni) l'azoto totale ossidato in una serie di beute poste ad incubare a $20 \pm 2^\circ C$, contenenti un adeguato terreno culturale inoculato con flora batterica nitrificante e addizionate delle soluzioni madri di ciascun agente inibente.

I tensioattivi cationici inibiscono notevol-

mente il processo di nitrificazione anche a basse concentrazioni (soluzioni di $10 \mu g/l$ di HPC, HDMBAC, HTMAB mostrano riduzioni massime dopo 3 giorni rispettivamente del 93, 83, 74%) con valori di inibizione quasi totale a concentrazioni maggiori dopo 6-7 giorni (99% per HPC a $50 \mu g/l$ e HDMBAC $100 \mu g/l$ e 98% per HTMAB a $200 \mu g/l$) e con effetti tossici totali a $100 \mu g/l$ per HPC e HDMBAC e a $300 \mu g/l$ per HTMAB fin dal primo giorno.

Le miscele di tensioattivi cationici mostrano un'azione sinergica rispetto all'effetto inibente esercitato dai singoli agenti con inibizione totale fino a 12 giorni per la miscela A (concentrazioni in HPC, HDMBAC e HTMAB rispettivamente di 10, 50, $200 \mu g/l$) e per tutto il periodo di prova per la miscela B (concentrazioni rispettivamente di 25, 100, $300 \mu g/l$).

Gli agenti anionici hanno invece un effetto inibente meno marcato anche a concentrazioni molto più elevate: $2 mg/l$ di LS, DBS, NTA riducono la nitrificazione rispettivamente del 60, 63 e 21% dopo 2-3 giorni, con una successiva fase trofica in cui la nitrificazione dei campioni è superiore a quella dei controlli.

Le miscele di agenti anionici hanno un'azione tossica cumulativa in cui non si evidenzia l'effetto trofico rilevabile nell'azione dei singoli composti.

In condizioni normali non esiste un rischio reale per il processo di nitrificazione poiché, nonostante il contenuto di tensioattivi cationici delle acque di scarico (1 mg/l) sia molto superiore alle concentrazioni che nei test esibi-

scono un effetto tossico totale, la flora batterica eterotrofa acclimatata degli impianti di depurazione è in grado di trasformare i tensioattivi tossici in composti innocui per i batteri nitrificanti. Solo scarichi improvvisi con concentrazioni elevate potrebbero temporaneamente ridurre il numero e l'attività dei batteri eterotrofi e, conseguentemente, anche il processo di nitrificazione.

B. B.

ANDREOTTOLA G., CANZIANI R. - 1990

Tecniche avanzate di rimozione biologica di azoto e fosforo dalle acque di scarico

Ingegneria Ambientale, XIX (5): 287-300.

[224]

La rimozione biologica del fosforo su scala industriale è un'acquisizione recente ed ancora oggi oggetto di studio e ricerche.

Il processo, basato su fasi cicliche di anaerobiosi ed aerobiosi, si distingue in due categorie principali a seconda che venga sottoposta ad anaerobiosi l'intera portata del liquame (full stream) o solo un'aliquota dei fanghi di ricircolo (side stream).

I processi combinati per la rimozione contemporanea di N e P "full stream" (Anaerobic/Oxic: A/O; reattore con flusso rotatorio: Rotanox; Sequencing Batch Reactor, ad alimentazione discontinua: SBR) e "side stream" (Phoredox UCT) si sono dimostrati particolarmente interessanti perché si adattano facilmente ad impianti a fanghi attivi già operanti la rimozione di azoto e consentono notevoli economie di esercizio.

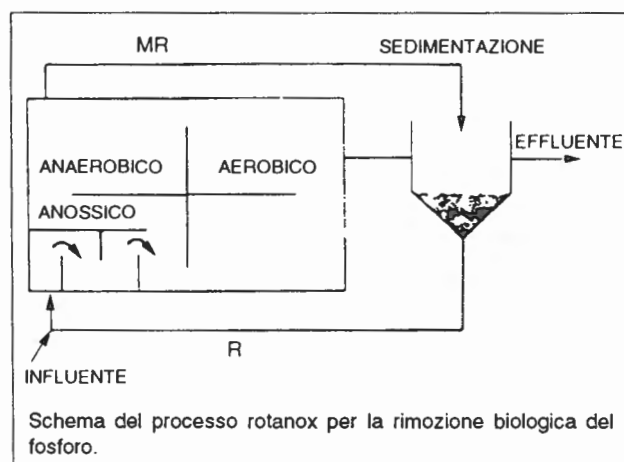
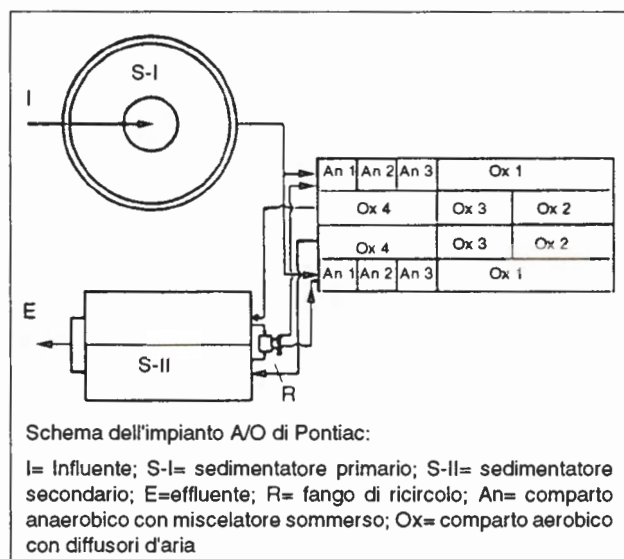
Il processo A/O -che consiste sostanzialmente in un reattore anaerobio seguito da un reattore aerobio (eventualmente con un reattore anossico tra i due per la contemporanea rimozione dell'azoto (A²/O)- esibisce i migliori rendimenti con rapporti BOD/P disciolto in ingresso tra 12:1 e 15:1 e con una buona chiari-

ficazione dell'affluente (Solidi sospesi totali < 20 mg/l).

Alcuni impianti in scala reale (es. impianto di Largo, 34000 m³/d, 1980; impianto di Pontiac, 12000 m³/d, 1984-85, USA) sottoposti a diverse condizioni operative (es. con o senza nitrificazione, abbinando o meno il ricircolo del sopranatante della digestione anaerobica dei fanghi) ed ambientali (es. basse temperature) hanno mostrato un buon rendimento di rimozione sia del fosforo (75-89%) che dell'azoto (75-94%); il ricircolo di nitrati e del sopranatante non induce sensibili variazioni.

Fluttuazioni stagionali, invece, sono state riscontrate durante i mesi estivi; l'accresciuta attività di nitrificazione e denitrificazione, infatti, sottrae materiale organico facilmente biodegradabile (indispensabile ai batteri accumulatori di P) riducendo così l'efficienza di rimozione del P.

Il processo Rotanox (es. impianto di Basingstoke, 4000 m³/d, UK), un convenzionale processo a fanghi attivi in cui la vasca di aerazione è suddivisa in 4 settori (due aerobici e due anaerobici) ha offerto rendimenti meno elevati sia per la rimozione del P (41%) che dell'N



(76%).

Il processo SBR è dotato di una notevole flessibilità d'esercizio: le fasi di anaerobiosi, denitrificazione, ossidazione e sedimentazione possono avvenire in sequenza temporale in un'unico reattore o in più reattori in parallelo. In prove su scala reale di rimozione del P (impianto di Culver, 1330 m³/d, Indiana, USA) ha esibito rimozioni dell'86% su due reattori SBR sottoposti a diverso carico di fango (0,16 e 0,42 kg BOD/kg di solidi sospesi volatili al giorno), in sequenze operative di fase anaerobica, aerobica, sedimentazione, scarico finale e tempi di

480 ore.

I processi "side-stream" -che consistono fondamentalmente in un reattore anaerobico (stripper) ed in uno aerobio in cui avvengono rispettivamente il rilascio e l'assunzione del fosforo- trovano applicazione in scala reale nel "Phostrip": in esso l'abbattimento del P non è solo biologico, ma viene "forzato" chimicamente con l'aggiunta di calce.

Gli impianti che adottano il Phostrip (es. Seneca Falls, 3400 m³/d, Adrian, 26500 m³/d e Southowns, 60600 m³/d, USA; recentemente Cervia, Italia) hanno notevoli capacità di rimozione del P (74-92%) con valori medi nell'effluente tra 0,4 e 1,7 mg/l e consumi ridotti di calce; presentano, tuttavia, il problema dello smaltimento dei fanghi chimici e richiedono una maggiore capacità e controllo dell'operatore per la gestione dello stripper e il dosaggio della calce.

Il "Phoredox" -che consiste in una predenitrificazione preceduta da un reattore anaerobio- garantisce buoni risultati purché siano disponibili substrati facilmente biodegradabili (es. apporto con il ricircolo di fanghi attivi primari) e per rapporti N-totale/COD inferiori a 0,07. Il rendimento di rimozione in alcuni impianti a scala reale si mantiene complessivamente buono (65-95%).

Scarichi con rapporti N-totale/COD di 0,11-0,12 possono essere trattati col processo UCT, che richiede però reattori anaerobici più grandi. Per ovviare a bassi ricircoli di liquame aerato e ad eccessivi tempi di ritenzione che influenzerebbero le caratteristiche di sedimentabilità del fango attivo, è stato introdotto l'UCT modificato (N-totale/COD= 0,10-0,11 e COD > 500 mg/l) con sdoppiamento del reattore anossico per denitrificare rispettivamente i fanghi di ricircolo e i liquami della vasca di aerazione.

Nonostante i brevetti e le numerose applicazioni, i rendimenti indicati non sono stabili; per alcuni processi (SBR e Rotanox) sono necessari ulteriori studi e ricerche per valutarne le reali potenzialità.

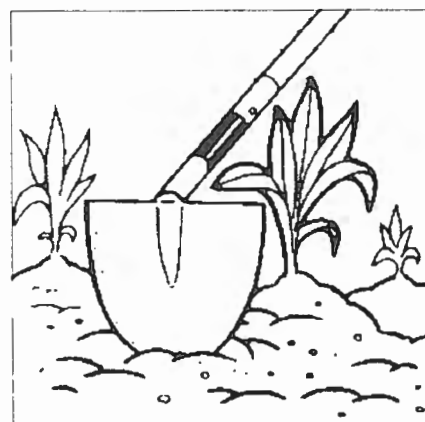
B. B.

DENARO R. (curatore) - 1990

Utilizzazione delle acque reflue in agricoltura ed acquacoltura. I e II parte.

Ingegn. Amb., XIX, n. 5: 330-338 e n. 7/8: 502-511.

[225]



Si tratta della traduzione italiana di un rapporto dell'OMS del giugno 1989. Le acque reflue provenienti da insediamenti civili costituiscono una risorsa preziosa che può essere utilizzata in agricoltura e in acquacoltura per aumentare la produzione alimentare.

L'OMS ne ha riconosciuto da tempo l'importanza e recentemente ha invitato i governi a promuoverne il riuso, purché sotto stretto controllo sanitario. A tal fine, il riuso deve essere centralizzato ed inserito in un quadro di gestione complessiva delle risorse idriche che integri gli aspetti economici, ambientali e socioculturali.

Il rapporto fornisce le linee guida sulla qualità microbiologica delle acque ad uso irriguo, specifica i tipi di colture per le quali è ammissibile l'uso di acque reflue, i gruppi esposti e le concentrazioni ammissibili di patogeni. Invita, tuttavia, ad utilizzare i limiti con elasticità, per non fissare requisiti eccessivamente restrittivi dove le condizioni non lo richiedano (es. rimozione del 99,9% di elminti nei paesi in cui le infestazioni non sono endemiche).

Per i reflui ad uso irriguo vengono indicati i limiti di 200 coliformi fecali/100 ml e di 1 uovo/litro di elminti. In acquacoltura è raccomandato il limite (media geometrica) di 1000 coliformi fecali/100 ml; tale limite assicura l'assenza di patogeni nei tessuti muscolari dei pesci, ma non nell'apparato digerente: sono pertanto richieste, per contenere il rischio sanitario per i consumatori, una eviscerazione corretta e una

cottura prolungata dei pesci. Viene consigliato, tuttavia, prima del prelievo per il consumo, un periodo di stabulazione dei pesci in acque pulite, per ridurre la contaminazione.

Per le diverse categorie di persone esposte occorre procedere ad una valutazione epidemiologica del rischio attribuibile, da ridurre a livelli accettabili con misure di prevenzione e controllo (es. trattamento delle acque, restrizione ad alcune colture, scelta dei metodi di irrigazione).

Il principale rischio sanitario è rappresentato dalle uova di elminti, poiché queste non vengono rimosse dai tradizionali trattamenti di depurazione (es. fanghi attivi con clorazione finale); di minore importanza e trascurabili sono i rischi infettivi associabili rispettivamente a batteri e protozoi e a virus.

Attualmente la tecnica migliore sembra quella che prevede l'uso degli stagni biologici, per l'economicità e semplicità gestionale e l'efficacia di rimozione sia di elminti che di batteri; essi, tuttavia, impegnano aree molto estese, non sempre disponibili o talora troppo costose. E' opportuno un approfondimento in questo campo per individuare tecniche simili (es. stagni biologici profondi per minimizzare l'evaporazione) o alternative (es. fanghi attivi e stagni aerobici di finissaggio o filtrazione su sabbia o trattamento chimico del refluo secondario) che consentano un buon abbattimento del contenuto di elminti.

La restrizione ad alcune colture contribui-

sce a ridurre il rischio sanitario, ma richiede una gestione del riuso fortemente centralizzata ed una legislazione che preveda controlli rigorosi. Per le colture industriali (es. cotone), arboree, foraggere e cerealicole (con la parte edule sollevata dal suolo e protetta entro involucri) sono richieste misure di protezione per i soli agricoltori (uso di guanti, stivali, corretta igiene alimentare) mentre per le verdure da consumarsi crude, la frutta irrigata a pioggia e i parchi pubblici è necessario adottare misure protettive anche per i consumatori e il pubblico.

La scelta della tecnica di irrigazione (sommersione, aspersione, uso di canali o di gocciolatori, irrigazione sotterranea) sarà dettata dal rischio sanitario ritenuto accettabile e dai costi (l'irrigazione sotterranea, ad es., ha un costo elevato, ma un basso rischio).

La pratica del riuso è da incoraggiare sia nei paesi in via di sviluppo che in quelli industrializzati e, se eseguita correttamente, si configura come un metodo di smaltimento che evita l'inquinamento recuperando acqua ed elementi nutritivi.

B. B.

Sialis & C. ... cercasi

Il mappaggio biologico dei corsi d'acqua coinvolge oggi numerosi operatori distribuiti in tutte le regioni italiane e comporta, complessivamente, la raccolta di una grande quantità di macroinvertebrati.

Questo materiale -potenzialmente prezioso per studi ecologici, tassonomici, zoogeografici- resta per lo più inutilizzato. Raccogliamo pertanto volentieri la richiesta del dr. Letardi e invitiamo i Soci a collaborare inviandogli il materiale richiesto.

E' in corso di realizzazione una ricerca sulla distribuzione italiana di alcune specie di Insetti delle famiglie Sialidae, Osmylidae, Neurorthidae e Sisyridae, appartenenti all'ordine Neuroptera s.l.

I dati reperibili in letteratura sulla loro distribuzione appaiono molto lacunosi e -stando a numerose segnalazioni- non corrispondenti alla realtà. Le larve di questi Insetti, vivendo nelle acque dolci, sono raccolte nel corso di vari tipi di ricerche idrobiologiche, tra le quali quelle finalizzate al mappaggio biologico dei corsi d'acqua.

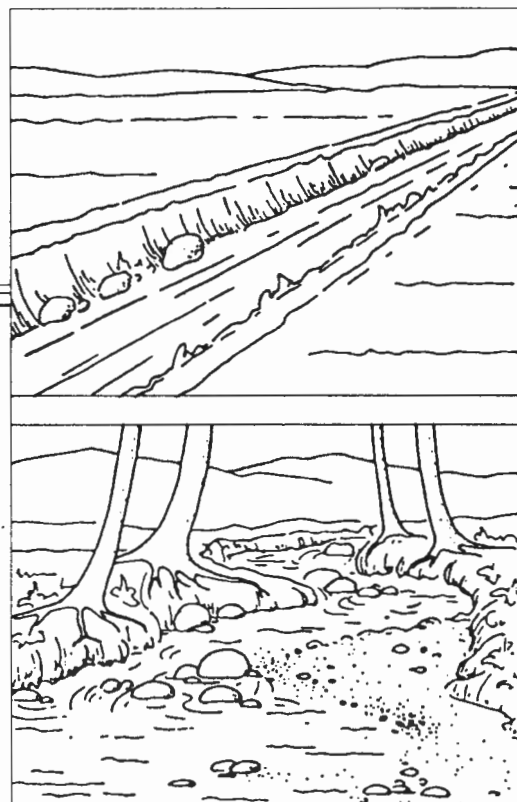
Si chiede agli operatori impegnati in queste ricerche di collaborare mettendosi in contatto con l'interessato per fornire tale materiale, in particolare le larve del genere *Sialis*. Grazie.

Dr. Agostino Letardi
via Pietro Cartoni, 155 - 00152 Roma
Tel. 06/5340989

SEGNALAZIONI

NATURALIZZAZIONE DEI FIUMI: PROTEZIONE E DIFESA DEI CORSI D'ACQUA

TERRA, Rivista di scienze ambientali e territoriali, a. III, n. 3, Ed. Pàtron, Bologna, 1990



Il numero speciale della rivista pubblica parte delle relazioni tecniche presentate al convegno «Rinaturalizzazione e tecniche di gestione naturale dei fiumi» organizzato a Parma da WWF, CAI, Lega Ambiente e LIPU nell'aprile 1990.

L'architetto G. Bollini, dopo aver sottolineato che negli ultimi decenni ha avuto un notevole incremento la realizzazione di opere idrauliche, il più delle volte motivate unicamente dalla disponibilità di ingenti finanziamenti, individua i limiti di fondo della gestione delle risorse idriche nella logica del soddisfacimento degli usi prevalenti ed attuali delle acque, nell'ignoranza del fatto che la qualità delle acque correnti è strettamente legata al loro funzionamento ecologico e nella frantumazione delle competenze.

Individua quindi gli obiettivi prioritari di un corretto approccio alla risorsa idrica nel reperimento di risorse alternative a quelle potabili per gli usi industriali ed agricoli (dopo averne dimostrata la reale necessità), nella riduzione

dei consumi nei comparti produttivi, nella razionalizzazione dell'approvvigionamento idropotabile, nel massimo recupero e riutilizzo delle acque usate, nell'adozione di tecnologie poco idroesigenti e non inquinanti, nella realizzazione di reti idriche separate che riservino le acque pregiate per i soli usi potabili e di igiene personale, nella tutela delle aree di rispetto e di ricarica, nella separazione delle reti fognarie che restituisca le acque bianche al reticolo idrografico e nella realizzazione di strutture unitarie di gestione dei servizi acquedottistici.

Sviluppa, infine un disegno pianificatorio che parte dalla ricerca delle cause della rottura dell'equilibrio per giungere alla individuazione di un nuovo possibile equilibrio dinamico, da favorire con un sapiente dosaggio di vincoli, incentivi, interventi di restauro. Elementi centrali dell'approccio pianificatorio, in termini di costi e di efficacia, sono la netta prevalenza della "gestione" dell'uso del suolo sulle "opere", gli interventi sulla domanda stessa di acqua e la definizione di esigenze "non negoziabi-

li": difesa idraulica degli abitati, delle coste dall'erosione, della falda costiera dall'ingressione salina, dello stock delle acque sotterranee, della qualità delle acque, del patrimonio boschivo e delle zone umide. La sfida politica di grande rilievo è affrontata con riferimento alla legge 183/89 di difesa del suolo.

L'ing. D. Cazzuffi concentra l'attenzione sui meccanismi di erosione e di rottura delle sponde per illustrare varie modalità progettuali di rivestimenti spondali che fanno largo ricorso a nuovi materiali (geotessili, bioreti, geostuoie). Ai fini del recupero naturalistico, tuttavia, le soluzioni proposte non si discostano molto da quelle tradizionali ed accolgono solo parzialmente le indicazioni suggerite dall'ingegneria naturalistica.

G. Sansoni, dopo un richiamo alla natura ecosistemica dei corsi d'acqua e al ruolo depurante svolto dagli organismi acquatici, focalizza l'attenzione sul ruolo determinante svolto dalla diversità ambientale per il mantenimento di un'elevata ricchezza biologica e della funzionalità complessiva dell'ecosistema fluviale. Sottolineate l'importanza delle fasce di vegetazione riparia -da includersi a pieno titolo nell'ambiente fluviale- e dell'eterogeneità del substrato dell'alveo, propone una chiave interpretativa che consente di prevedere l'impatto biologico delle opere di regimazione idraulica, strettamente legato al grado di uniformità ambientale da esse introdotto. Mette in guardia, infine, dal rischio di un utilizzo deviante delle tecniche di ingegneria naturalistica (strumentale cioè alla prosecuzione dell'artificializzazione) che non devono essere concepite come sostitutive delle inderogabili misure di corretta pianificazione territoriale.

L'ampia esposizione di F. Finotelli mostra, con riferimento alla situazione padana, come l'estrazione di ghiaie dalle aree perifluviali, oggi per lo più attuata con criteri da "rapina", non solo possa essere resa compatibile con la salvaguardia ambientale, ma possa contribuire alla rinaturalizzazione e alla riqualificazione ecosistemica. Gli esempi portati riguardano la ricostituzione di lanche in via di interrimento

e la creazione di zone umide adiacenti, sulla base di precisi progetti che prestano grande attenzione all'esaltazione della diversità ambientale: rive con insenature e penisole e con pendenza molto diversificata, isolotti centrali e marginali, ricostruzione vegetazionale acquatica e terrestre volta al ripristino delle serie evolutive naturali, rimodellamento topografico, ripristino degli scambi idrici e biotici fiume-lanca, equilibrato ripopolamento ittico, creazione di habitat per specie minacciate, sostituzione dell'agricoltura e pioppicoltura con boschi mesofili e igrofilo, inserimento di covatoi artificiali per uccelli insettivori e per rapaci notturni, reintroduzione di specie di interesse scientifico-naturalistico, ecc. Non vengono trascurate neppure le potenzialità ricreative, didattiche e scientifiche degli ecosistemi ricostituiti; punto fermo, infine, è la cessione, a recupero avvenuto, dell'intero ambito di cava alla proprietà pubblica.

L'architetto del paesaggio A. Kipar, dopo una breve ricostruzione storica delle finalità e modalità degli interventi idraulici in Europa, illustra alcuni esempi di rinaturalizzazione di grandi fiumi: Reno, Emscher, Danubio, Loira. La Germania e la Svizzera risultano i paesi all'avanguardia per concezione progettuale e impegno finanziario nel recupero degli ecosistemi fluviali, compresi vasti territori perifluviali destinati ad aree umide o forestate.

G. Rast illustra con maggior dettaglio le problematiche dell'alto Reno. Gli interventi degli ultimi 170 anni (rettifiche, navigabilità e dighe per la produzione di energia idroelettrica) hanno ridotto del 20% la lunghezza del fiume e del 60% le aree inondabili, provocato un abbassamento della superficie freatica di 7 metri, una riduzione del tempo di corrivazione (da 55 a 30 ore), un aumento della violenza e della frequenza delle piene (mettendo a repentaglio la sicurezza idraulica di molte città) e la scomparsa del 94% dei biotopi naturali.

L'acquisizione della consapevolezza del bilancio negativo degli interventi fino ad allora adottati ha condotto a mutare radicalmente l'approccio gestionale. Al sistema classico di

laminazione delle piene, con casse di espansione, è stato preferito il deflusso ritardato delle acque di piena lungo le pianure alluvionabili: la rimozione di tratti di argini ha consentito l'ampliamento delle aree esondabili e il mantenimento della naturale irregolarità delle piene e di condizioni più naturali nelle aree inondate (nelle quali è importante assicurare lo scorrimento, anche se lento, delle acque). I vantaggi di questa soluzione sono il "ringiovanimento" e il ripristino delle antiche pianure alluvionabili, lo sviluppo di biotopi rari e in pericolo, la depurazione naturale delle acque fluviali nelle aree inondate, la riduzione di tutti i livelli massimi delle piene, i minimi oneri di manutenzione, il reddito da silvicoltura, la ricostituzione di aree ricreative.

Per il piano sono stati stanziati circa 600 miliardi di lire. E' da sottolineare il fatto che la principale motivazione di questo grande sistema di interventi di recupero ecologico è proprio l'esigenza di proteggere i centri abitati dalle piene, ancora affrontato in Italia con grandi spese in opere idrauliche che aggravano ulteriormente il problema.

A. Kammerer osserva come nei fondivalle dell'Alto Adige i corsi d'acqua fossero un tempo liberi di divagare, creando zone di espansione e

depositi alluvionali sui quali si sviluppavano estesi ontaneti. Il ricco manto vegetale che accompagnava i torrenti proteggeva le sponde dall'erosione e rivestiva un'importante funzione di habitat per la fauna.

L'incauta occupazione di aree di fondovalle da parte dell'agricoltura e di insediamenti civili e industriali ha sottoposto questi a frequenti inondazioni e danni. I metodi di protezione delle sponde adottati in Alto Adige sono prevalentemente quelli dell'ingegneria naturalistica, con largo ricorso ad una fitta copertura vegetale e avendo cura di effettuare impianti misti per arricchire la diversità ambientale e fornire habitat al maggior numero possibile di specie animali.

L'ing. G. Della Luna, infine, illustra in una breve nota due progetti di canali navigabili del Po che, pur apparendo discutibili per alcuni aspetti, prestano una certa attenzione all'assetto vegetazionale delle sponde emerse e sommerse.

Il numero speciale della rivista *TERRA*, segno del crescente interesse, anche in Italia, per la rinaturalizzazione, può essere richiesto (£ 18.000) a: Ed. Pàtron, via Badini 12, 40127 Quarto Inferiore (Bologna); tel. 051/767003.

Paolo Resti



WATER TECHNOLOGY & HYDROLOGY

Books from Wiley

Wiley have assembled this book announcement for professional who work in the Water Technology and Hydrology field. If you would like to receive further information on any of our titles please write to the Marketing Services Manager at John Wiley, listing your subject interests:

Julie Morgan, Department WTH, John Wiley & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, West Sussex, PO19 1UD, UK.

Tel 0243/770328; fax 0243/775878.

Forthcoming

STREAM HYDROLOGY

An Introduction for Ecologists

N.D. GORDON, T.A. McMAHON and B.L. FINLAYSON, *Centre for Environmental Applied Hydrology, University of Melbourne, Parkville, Victoria, Australia.*

Summarizes methods in engineering hydrology, fluvial geomorphology and hydraulics with examples of their biological implications, and is written in an intuitive, non-mathematical manner for those who have had no previous training in hydrology. Throughout, the emphasis is on applications, from collecting and analysing field measurements to rehabilitating streams. Computer software is available to allow readers to easily carry out computations without detailed knowledge of the mathematics involved.

CONTENTS: Introducing the Medium; How to Study a Stream; Potential Sources of Data (How to Avoid Reinventing the Weir); Getting to Know Your Stream; How to Have a Field Day and Still Collect Some Useful Information; Water at Rest and in Motion; Patterns in Shifting Sands; Dissecting Data with a Statistical Scope; "Putting It All Together"; Stream Classification and Management.

approx 552pp due Mar '92 £55.00/\$117.50

Forthcoming

LOWLAND FLOODPLAIN RIVERS

Geomorphological Perspectives

Ed. by P.A. CARLING, *Institute of Freshwater Ecology, Ambleside, Cumbria, UK* and G.E. PETTS, *University of Technology, Loughborough, UK.*

The introductory chapter of this book provides a comparative analysis of upland and lowland rivers

focusing on the relative influences of longitudinal, lateral and vertical process gradients. The following fourteen chapters focus on four themes; channel hydraulics, hydrochemical dynamics, morphological changes, and interactions between hydrology, geomorphology and ecology. The papers represent all the major themes of interest to fluvial geomorphologists - process dynamics (hydrological, hydraulic and chemical), short-term channel variations, long-term landform changes, ecological interactions and river management. This book is the outcome of the September 1990 meeting of the BGRG in Loughborough on Fluvial Dynamics of Lowland Rivers.

Series: *British Geomorphological Research Group Symposia*
approx 336pp due Mar '92 approx £55.00/\$117.50

RIVER PROJECT AND CONSERVATION

A Manual for Holistic Appraisal

Ed. by J.L. GARDINER

This manual is both an explanatory and a practical guide to the holistic appraisal required for today's river projects. It has been derived from the intense practical experience of a specially-formed appraisal team which tackled a wide range of high value projects between 1985 and 1988. Field-tested and revised several times, it shows how all factors may be brought together within an ordered (and auditable) procedure based on a framework of environmental assessment. The development of a project (once identified within its river catchment context) is described in Part One; Part Two deals in varying depth with a range of disciplines typical of modern river projects. The use of up-to-date data handling and modelling techniques are included.

272pp Mar '91 £50.00/\$115.00

New

AQUATIC MICROBIOLOGY

Fourth Edition

G. RHEINHEIMER, *Institute of Marine Sciences, University of Kiel, Germany*

Research in the field of aquatic microbiology continues to make great progress resulting in an extension and deepening of our understanding of the microorganisms in lakes, river and the sea. In some instances quite new approaches have evolved resulting in especially significant advances. Results of new work in the area of thermal vents in the deep sea, of interactions between microbes and other organisms and in molecular biology have led to a substantial revision and reorganisation of the contents of this, the fourth English edition of Professor Rheinheimer's authoritative and comprehensive introduction to microorganisms in aquatic environments.

374pp Nov '91 £45.00/\$95.75

Forthcoming

AQUATIC INSECT ECOLOGY

I - Biology and habitat

J.W. WARD, *Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA*

This is the first of a two part authoritative and definitive treatise dealing with ecology of aquatic insects. It includes topics dealing with insect biology and habitat such as: systematics, evolution, evolutionary adaptation, habitat description defined in terms of still, moving and marine waters, environment in term of temperature condition, water level and abiotic variables, and aquatic insect trophic requirements.

CONTENTS: Part I - Introduction: Insects of Aquatic Environments; Evolution and Adaptation; Part II - Habitats and Communities: Lentic Freshwaters; Lotic Freshwaters; Marine, Brackish, and Inland Saline Waters; Part III - Environmental Conditions: Temperature; Substrate; Water Level, Current and Discharge; Other Abiotic Variables.

approx 496pp due Mar '92 approx £69.20/\$105.35

New

RIVER CONSERVATION AND MANAGEMENT

P.J. BOON, *Nature Conservancy Council for Scotland, Edinburgh, UK*, P. CALOW, *University of Sheffield, UK*, and G.E. PETTS, *Loughborough University, UK*

Intended for all those with an interest in achieving greater integration of conservation in the management of river systems. Following the introduction, which outlines the objectives and applications of river management, the book is organized in four sections. The first sets out the case for conservation, using examples from specific river systems around the world. The second discusses ways of classifying rivers and assessing their potential for conservation. Detailed examples of recovery and rehabilitation are described in the third section and the final part outlines various means of river protection within a legal framework, based on experiences in the United Kingdom and North America.

CONTENTS: Introduction; The Case for Conservation; River Classification and the Assessment of Conservation Potential; Recovery and Rehabilitation; Protecting Rivers - Legislation and Public Participation.

488pp Nov '91 £65.00/\$138.30

HISTORICAL CHANGE OF LARGE ALLUVIAL RIVERS

Ed. by G.E. PETTS, *Loughborough University of Technology, UK*, H. MOLLER, *Institut für Meereskunde, Kiel, Germany* and A.L. ROUX, *Laboratory of Freshwater Ecology, Université Claude-Bernard, Lyon, France*

Examines the approaches and methods available for reconstructing and analysing changes of large alluvial river over a time-scale of 200 years. This begins with hydrology and problems of isolating climatically induced and man-induced changes, moves to geomorphology, and then to ecology. Cartographic and documentary data sources and palaeoecological methods are described.

364pp 1989 £69.00/\$147.00

Textbook

**PHYSICAL AND CHEMICAL
HYDROGEOLOGY**

P.A. DOMENICO, *Texas A & M University, USA* and F. SCHWARTZ, *Ohio State University, USA*

Identifies the principles of hydrogeology within the context of momentum, mass, and energy transport in porous media and the application of these principles to problems in human affairs (water supply, contamination, energy resources).

846 pp Mar '91 WIE £18.95/\$34.15

846pp Mar '91 cl £57.00/\$85.50

CHANNELIZED RIVERS

Perspectives for Environmental Management

A. BROOKES, *Environmental Consultant, Reading, UK*

Intended as a reference handbook of published results of the environmental effects of river works and in the light of the recent legislation will be of considerable interest and value to river managers in the fields of civil engineering, geomorphology, freshwater biology, ecology, hydrology and conservation.

342pp 1988 £55.00/\$110.00

**URBAN SURFACE
WATER MANAGEMENT**

S.G. WALES, *Valparaiso University, Indiana, USA*

This complete guide to managing the quantity and quality of urban storm water runoff is by an author with nearly 20 years experience of urban water resources engineering in both the private and public sectors. It focuses on the planning and design of facilities and systems to control flooding, erosion, and non-point source pollution and explain the practical application of the most recent concepts and methods. This book covers all the major methods, and discusses other available, but little-known, concepts, tools and techniques.

538pp 1989 £64.00/\$95.50

TEMPERATE PALAEOHYDROLOGY

**Fluvial Processes in the Temperate Zone
During the Last 15000 Years**

Ed. by L. STARKEL, *Polish Academy of Sciences, Krakow, Poland*, K.J. GREGORY, *University of Southampton, UK* and J.B. THORNES, *University of Bristol, UK*

Addresses ways in which Fluvial Processes have changed in the Temperate Zone, with particular reference to Europe, during the last 15000 years. The volume is organized in three main sections. The first short section of three chapters introduces the temperate zone and describes the background to the International Geological Correlation Programme, Project number 158. The second, major section of the book, is made up of fourteen chapters and comprises studies from particular basins in numerous different countries. The third section is composed of six chapters and covers general issues which arise from palaeohydrologic investigations including new approaches and the problems of specific areas, such as a limestone terrain, and modelling strategies. The final short section provides a perspective and conclusion, and refers to recent developments of publications in palaeohydrology.

568pp Jan '91 £70.00/\$161.00

**APPLIED CHEMICAL AND ISOTOPIC
GROUNDWATER HYDROLOGY**

E. MAZOR, *Weizmann Institute of Science, Israel*

A comprehensive text introducing the fundamental chemical and physical principles that describe the properties of groundwater. An essential text for any student embarking on specialized study or research in hydrology and of particular use for anyone carrying out field work for the first time.

CONTENTS: Introduction; Basic Hydrological Concepts; Geological Data; Physical Parameters; Elements, Isotopes, Ions, Units, Errors; Chemical Parameters; Field Work; Stable Hydrogen and Oxygen Isotopes; Tritium Radiocarbon and Carbon-13; Noble Gases; Monitoring Contaminants; Hydrochemists Reports; References.

288pp 1990 £39.00/\$83.00

Formerly Published by Open University Press

AQUATIC CHEMICAL KINETICS**Reaction Rates of Processes in Natural Waters**

Ed. by W. STUMM, *Swiss Federal Institute for Water Resources and Water Pollution Control, Zurich, Switzerland*

Examining features of chemical kinetics in aqueous solutions and aquatic systems, the objectives of this book are to broaden the understanding of reaction mechanisms and specific reaction rates in natural waters and in water technology, and to stimulate innovative research in aquatic chemical kinetics. Containing essays by chemists, geochemists, oceanographers, aquatic chemists and environmental engineers, the book progresses from simple concepts and laboratory studies to applications in natural water, soils and geochemical transformations and the use of linear free energy relationships in bridging the gap between kinetics and equilibria.

560pp 1990 £81.00/\$122.00

Forthcoming

DYNAMICS OF GRAVEL-BED RIVERS

Ed. by P. BILLI, *Università di Firenze, Italy*, R.D. HEY, *University of East-Anglia, UK*, D.R. THORNE, *University of Nottingham, UK* and P. TACCONI, *Università di Perugia, Italy*

Dynamics of Gravel-Bed Rivers reports recent research relating to the dynamics of sediment transfer, modelling morphological change and the impact of engineering works and catchment development on sediment transport and channel stability. The emphasis on river dynamics reflects the need for a better understanding of adjustment mechanisms in order to develop appropriate mathematical models of channel change for scientific and engineering application.

approx 672pp due May'92 approx £120.00/\$255.30

ENVIRONMENTAL FATE OF PESTICIDES**Volume 7**

Ed. by D.H. HUTSON, *Shell Research Ltd, UK* and T.R. Roberts, *Hazelton, Harrogate, UK*

CONTENTS: Environmental Fate of Pesticides: A Perspective; Pesticides in Ground Water: An Overview; Pesticides in Ground Water: Conduct of Field Research Studies; Hydrogeology with respect to un-

derground Contamination; Fate of Pesticide in Soil: Predictive and Practical Aspects; The Fate of Pesticides in Aquatic Ecosystems; Evaluation of the Fate of Pesticides in Water and Sediment; Metabolism, Bioconcentration of Toxicity of Pesticides in Fish; The Role of Photolysis in the Fate of Pesticides.

Series: Progress in Pesticide Biochemistry and Toxicology

304pp 1990 £80.00/\$171.00

ECOLOGICAL ENGINEERING**An Introduction to Ecotechnology**

Ed. by W.J. MITSCH, *The Ohio State University, USA* and S.E. JORGENSEN, *Institute AD, Copenhagen, Denmark*

Ecotechnology is the application of ecological engineering principles and methods. Taking a new approach to deal with humans' impact on nature, and stressing the need for a symbiotic relationship between humans and their natural environment. It covers ecological modeling, as well economic, ecological and educational aspects of ecological engineering. Case studies are included illustrating applications of aquatic ecosystems, hydrological modification, pollution control, wetland management, and lake, reservoir, and stream restoration.

488pp 1989 £59.00/\$88.95

AQUATIC TOXICOLOGY AND WATER QUALITY MANAGEMENT

Ed. by J.O. NRIAGU, *National Water Research Institute, Ontario, Canada* and J.S.S. LAKSHMINARAYANA, *University of Moncton, New Brunswick, USA*

Containing state-of-the art surveys of toxicology of important aquatic pollutants, this book provides an overview of key research in a rapidly expanding scientific field. The topics covered actually range from the principles of aquatic toxicology to environmental effects monitoring and the development of water quality guidelines for the protection of aquatic resources. The importance of the linkages between the aquatic and terrestrial ecosystems in environmental effects assessment has also been highlighted.

Series: Advances in Environmental Science and Technology

308 pp 1988 £83.000/\$125.00

PAGINE APERTE



UNA "STORIA" DI MACROBENTOS, QUASI UNA FAVOLA

In un limpido mattino di primavera, su richiesta dell'insegnante, un po' perplessa ma incuriosita, mi sono recata presso una scuola comunale d'infanzia.

Un edificio basso, di mattoni, circondato dal verde; un vialetto molto curato accompagna dal cancello alla porta d'ingresso.

La maestra, una giovane esile signora, era ad attendermi.

Nell'aula, il sole illuminava i disegni coloratissimi appesi alle pareti e i volti dei bambini, seduti compostamente sulle loro seggioline.

Dopo un saluto formale, iniziai a predisporre il materiale che mi ero portata per la "lezione": bacinelle, pinzette, lente, barattoli contenente acqua di un torrente, tante diapositive.

Cinquanta occhi dallo sguardo indagatore seguivano ogni mio movimento.

Regnava un silenzio carico di attesa; fu rotto soltanto quando nelle vaschette cominciarono a dibattersi, nella poca acqua, gli "animaletti" travasati dai recipienti di vetro.

Era dapprima un brusio che diventò clamore tra lo stupito ed il gioioso man mano che la lente svelava i suoi segreti: le bestioline piccole piccole diventavano

grosse grossissime.

Meraviglia delle meraviglie! L'acqua è "viva"; la maestra aveva dunque ragione quando nei giorni precedenti aveva introdotto l'argomento, parlandone a lungo. Le domande incalzavano.

Tornò la calma con la proiezione delle diapositive: il fiume che scorre tra verdi colline, il baldo giovane col retino e gli stivali nell'acqua fino al ginocchio, i sassi brulicanti di vita, la *Perla*, il tricottero, le altre nostre "solite cose".

Era ormai trascorsa la mattina; tre ore di discussione con pargoletti di 4 o 5 anni che, col loro candore, potevano a volte mettere in difficoltà.

Dopo una settimana, venne la maestra a trovarmi; mise sul mio tavolo un piccolo cavallo variopinto, modellato dai bambini, quale segno di viva riconoscenza e un album con parecchi fogli. Era il frutto del lavoro svolto dalla classe nei giorni seguenti la "lezione": tanti disegni di larve, conchiglie, la *Perla* campeggiava su tutti.

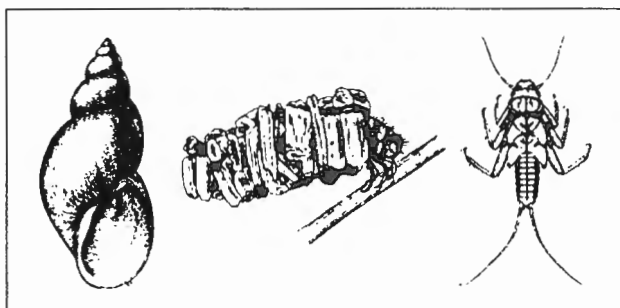
Fra le pagine colorate ve ne era una scritta: il dialogo fra gli alunni che la maestra aveva raccolto; suo era soltanto il titolo.

L'acqua di fiume ci ha sorpresi: contiene tante

forme di vita.

- nel fiume ci sono tante bestioline ... sono i cercasassi ...
- stanno nell'acqua sotto i sassi ...
- ma non si schiacciano però!
- nella loro casetta ci fanno anche la porta
- si può fare con le foglie e con le pietre
- sembravano dei pezzi di rami piccoli
- usciva dalla casetta ... ma era difficile ... si muoveva tutto ... metteva fuori la testa e le gambe poi usciva
- sembrava un treno
- sembrava un bruco
- sembrava un serpentino piccolo
- nell'acqua ci sono anche insettini ... un lombrico e anche i gambetti*
- c'erano anche delle larve che dopo diventano delle mosche grosse così ... che morsicano
- quando le uova stanno un po' vicino all'acqua, diventano larve e poi le larve diventano moscerini
- oppure si trasformano in farfalle ... sono molto larghe ... sono anche le libellule
- oh! ... là, siamo arrivati alla perla ... si chiama così perché è molto lucida e sta nell'acqua pulitissima
- e non vuole stare nello sporco!
- non è che non ci vuole stare, è proprio che non ci può vivere
- perché la conchiglia non ha le gambe?
- perché la conchiglia non è un animale, l'animale è

* gambetti = gamberi.



dentro ... il guscio è solo la sua casa

- l'acqua quella signora l'ha presa nel fiume, c'era anche un signore che era poi un professore
- prima hanno spostato i sassi per vedere se sotto c'erano i cercasassi poi li hanno presi con uno strumento ...
- c'è una palettina, uno scatolino dove c'è attaccato un retino e in fondo un bicchiere ...
- poi le mettono in una vaschetta per farle vedere ai bimbi ... e anche per vedere dove l'acqua è sporca o pulita ...
- sai perché ... forse ... prima le larve non possono volare? perché ... forse ... non hanno le ali poi le ali vengono e volano fuori dall'acqua ... cioè si trasformano.

E' questa, educazione ambientale? Posso dire che fu un'esperienza, tenera fino alla commozione.

Paola Manzini

ESONDAZIONI E ECOLOGIA FLUVIALE

Negli ultimi due-tre anni numerosi torrenti e fiumi della Toscana hanno rotto gli argini ed invaso le pianure alluvionali, largamente urbanizzate e cementificate, provocando danni per decine di miliardi.

Purtroppo i torrenti ed i fiumi sono considerati, per tradizione e cultura ingegneristica, semplici trasportatori d'acqua o riserve di materiale litoide, dimenticando la loro natura di ecosistemi che collegano ambienti spazialmente lontani: la montagna e la collina con il fondovalle, il bosco con l'estuario, i laghi con

il mare. Mantenere in "buona salute" i corsi d'acqua è dunque molto importante perché essi rappresentano l'interfaccia tra gli ambienti acquatici e gli ambienti terrestri, tra il ciclo dell'acqua ed il territorio.

Oltre ad assorbire -proporzionalmente alle loro capacità assimilative- una certa quantità di effluenti domestici e industriali, gli ecosistemi delle acque correnti svolgono altre utili funzioni: forniscono proteine pregiate di origine ittica; mantengono la diversità biologica e genetica per le future generazioni;

sono ambienti pregiati per il tempo libero ed il turismo (canoa, pesca, ecc.) ed, infine, sono trasportatori di nutrienti, di elementi essenziali e di energia dal sistema terrestre agli ambienti acquatici dei laghi e del mare. Aveva ragione Leonardo quando affermava che «l'acqua è il vetturiale della natura».

Quando si decide l'artificializzazione di un corso d'acqua (risagomature, diversioni, rettifiche, canalizzazioni, tagli alla vegetazione riparia) non si tiene sufficientemente conto degli effetti negativi che queste operazioni comportano sulla qualità chimica e biologica delle acque correnti, né di una delle fondamentali leggi ecologiche (diversità ambientale = diversità animale e vegetale = stabilità ambientale). La mancata visione olistica degli ecosistemi fluviali sottostante, ad esempio, alla costruzione di argini rettilinei, finisce per creare instabilità al sistema provocando esondazioni e distruzioni al sistema stesso, con enormi costi sul territorio. Il risultato finale, in sostanza, è esattamente il contrario di quello atteso.

Dobbiamo ripristinare i nostri ambienti di vita utilizzando nuovi strumenti urbanistici che tengano presente che le zone riparie e le aree vallive non appartengono all'uomo, ma sono parte essenziale ed integrante del fiume. In queste aree, infatti, il fiume deposita le acque nelle zone umide ed offre un importante servizio all'uomo: i sali di azoto -come i nitrati- invece di essere veicolati verso il mare e provocare incipienti fenomeni di eutrofizzazione, vengono ridotti ad azoto gassoso da parte di batteri denitrificanti che vivono all'interfaccia terreno-acqua. Le zone umide dei fiumi sono veri depuratori del terzo stadio che eliminano dalle acque i nutrienti in modo del tutto gratuito. La natura è veramente intelligente; l'uomo dovrebbe seguire i ritmi con i quali questa si muove, accumula energia, immagazzina e trasforma la materia necessaria al proprio sostentamento.

In una corretta pianificazione del territorio è inoltre necessario sapere quali sono e dove sono i punti deboli dell'ecosistema fluviale. Come in tutti i sistemi biologici ed ecologici i punti più sensibili si trovano nelle zone di interfaccia. Nelle acque correnti l'interfaccia più importante è rappresentata dai corridoi vegetazionali ripari. Questi ecotoni hanno proprietà particolari: hanno una diversità biologica più elevata delle zone limitrofe; attenuano il colmo di piena trattando una grande quantità d'acqua; rimuovono i solidi sospesi dalle acque di dilavamento dei campi; agiscono da "zone filtro" per i nutrienti. Probabilmente un contributo non indifferente all'eutrofizzazione dell'Adriatico deriva dal taglio dei salici, pioppi e ontani di sponda.

Il punto chiave di ogni progetto di gestione che miri al miglioramento della qualità delle acque correnti passa attraverso la ricostituzione, il mantenimento e la gestione delle fasce vegetali riparie. Purtroppo la scarsissima consapevolezza dell'importanza degli ecotoni ripari è corresponsabile delle elevate immissioni in mare di fertilizzanti e dei conseguenti fenomeni di ipercrescita algale, aumento della torbidità delle acque, diminuzioni notturne dell'ossigeno disciolto, morie di animali bentonici e nectonici.

Appare evidente, dunque, l'importanza di ricostituire gli ecosistemi naturali, così come si riparano l'auto e il televisore rotti. L'ecologia del ripristino è una nuova scienza, poco sviluppata in Toscana (come, d'altronde, in Italia), sebbene esistano negli enti pubblici professionalità capaci di ricostituire un corso d'acqua nei suoi elementi essenziali.

Queste operazioni di ripristino, oltre ad una valenza ecologica, ne hanno una economica. La vegetazione riparia, infatti, è costituita da alberi ad alta velocità di crescita, il cui taglio a rotazione ogni pochi anni può fornire materie prime che attivano processi economici. I nutrienti dilavati dai terreni agricoli, anziché finire in mare innescando diseconomie esterne (es. sulle attività turistiche), possono così attivare economie positive. In questo caso l'economia sposa l'ecologia!

E' dunque fondamentale valorizzare in Toscana quelle professionalità capaci di produrre studi ed indicare soluzioni che possano dare maggiore stabilità agli ecosistemi fluviali. Al pari di altri paesi europei, è tempo che anche il nostro paese istituisca, anche nei bacini idrografici più piccoli, autorità di bacino capaci di avere una visione olistica dei problemi del territorio. Prevenire le alluvioni, infatti, costa molto meno che ripararne ripetutamente i danni!

C'è infine un altro aspetto economico rilevante: studi effettuati in Germania hanno dimostrato che la manutenzione delle sponde di un fiume "verde" costa 735 lire al m² mentre il costo di manutenzione delle sponde di un fiume canalizzato è due volte e mezzo più elevato (1860 lire/m²).

L'ambiente non è un lusso per questa regione! Per questo deve essere sconfitto il partito della cementificazione che prevede nuovi megaprogetti urbanistici, porticcioli, dighe e canalizzazioni dei corsi d'acqua. La gestione dei bacini idrografici rappresenta non solo il punto centrale dell'equilibrio tra l'acqua ed il suolo, ma ci fornisce anche gli strumenti conoscitivi per uno "sviluppo sostenibile" del territorio toscano.

Enrico Olivieri

AZIENDA GAS ACQUA CONSORZIALE
REGGIO EMILIA

CENTRO ITALIANO STUDI
DI BIOLOGIA AMBIENTALE

Con il Patrocinio di:

International Association on Water
Pollution Research and Control (IAWPRC)
Sezione Italiana - Roma

Convegno nazionale

IL BULKING FILAMENTOSO: CONTROLLO E GESTIONE

Reggio Emilia, 5 maggio 1992, ore 9-18

Relazioni:

- **Le dimensioni del problema bulking. Lo stato dell'arte sul controllo del fenomeno**
Dr. Valter Tandoi, responsabile Laboratorio di Microbiologia del Servizio Trattamento Acque dell'IRSA-CNR
- **La rimozione biologica dei nutrienti e le caratteristiche di sedimentabilità del fango attivo**
Dr. Giuseppe Bortone, Ricercatore Dipartimento di Ingegneria Ambientale, ENEA, Bologna
- **Lo studio del problema bulking: l'esperienza condotta presso l'AGAC di Reggio Emilia**
Prof. Paolo Madoni, Istituto di Ecologia, Università di Parma
- **Illustrazione del "Manuale sul riconoscimento e controllo dei principali microrganismi filamentosi"**
Dr. Gianluigi Spigoni, Capo Servizi Laboratori, Agac, Reggio Emilia
- **Riflessioni di un progettista sul fenomeno bulking**
Prof. Ing. Giovanni Iannelli, ordinario di acquedotti e fognature, Dipartimento di Ingegneria idraulica e ambientale, Facoltà di ingegneria, Università di Pavia

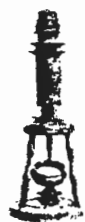
Quota di partecipazione:

£ 200.000 + IVA 19% (£ 150.000 + IVA 19% per i soci CISBA), comprensiva degli atti del convegno, del "Manuale sul riconoscimento e controllo dei principali microrganismi filamentosi" e della colazione.



Per informazioni:

AGAC - Azienda Gas Acqua
Consorziale. Relazioni Esterne
Via Gastinelli, 18 - 42100 Reggio
Emilia
Tel. 0522/297391; Fax 0522/297429



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE
UNITA' SANITARIA LOCALE N. 9
REGGIO EMILIA

CENTRO ITALIANO STUDI
DI BIOLOGIA AMBIENTALE

Con il Patrocinio della:

SOCIETA'
LICHENOLOGICA
ITALIANA

Corso di formazione

L'USO DI LICHENI NEL BIOMONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Reggio Emilia, 11-16 maggio 1992

Sala conferenze Centro Servizi Anziani, via Emilia all'Ospizio, 91

Relazioni:

- L'uso dei licheni come bioindicatori e bioaccumulatori
- Principi elementari di lichenologia: morfologia, anatomia, fisiologia, ecologia
- Approfondimento delle caratteristiche anatomiche essenziali per il riconoscimento dei licheni
- Caratteristiche ecologiche delle principali comunità licheniche epifite e loro sensibilità all'inquinamento
- Uso dei licheni nel biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico. Accenni alle principali metodiche
- Methodological problems in the use of the "Calibrated Lichen of Air Quality"
- Valutazione della qualità dei dati nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico
- Licheni come accumulatori di sostanze fotostabili. Metodologie utilizzate nell'analisi dei campioni
- Problemi relativi alla quantificazione di un fenomeno biologico qualitativo: restituzione dei dati sulla carta. Elaborazioni statistiche
- Illustrazione di studi effettuati in Italia
- Simulazione di uno studio ed elaborazioni statistiche e cartografiche sui dati della simulazione con l'ausilio del Personal Computer

Esercitazioni:

- Escursione in area urbana ed in area extraurbana con esemplificazione del metodo di campionamento e di rilevamento
- Laboratorio di determinazione del materiale raccolto nell'escursione
- Laboratorio di informatica

Docenti:

M. Castello
M. Tretiach
D. Gasparo
K. Amman
P.L. Nimis

Ecothema, Trieste
Ecothema, Trieste
Ecothema, Trieste
Università di Bologna
Università di Trieste

Quota di partecipazione: £ 400.000

Per informazioni:



Attilio Benassi, Roberto Spaggiari
Presidio Multizonale di Prevenzione
USL n. 9
via Amendola 2 - 42100 Reggio Emilia
Tel. 0522/42941-295460

Corso:

Coop. ECOTHEMA

LE BRIOFITE COME BIOINDICATORI

Passo Pura (Ampezzo, UD), 26-27-28 maggio 1992

Relazioni:

- Introduzione al corso
Prof. P.L. Nimis
- Metodiche analitiche in radioecologia
Dr. C. Giovani
- Le Briofite: cenni di anatomia e morfologia, cenni di sistematica dei Muschi
Dr. M. Codogno
- Uso delle Briofite come bioindicatori
Prof. P.L. Nimis

Esercitazioni:

- Escursione con osservazione e raccolta di Muschi
- Serie di esercitazioni pratiche di determinazione

Tassa di iscrizione: £ 500.000



Per informazioni:

Coop. ECOTHEMA
Via Stuparich, 15 - Trieste
Tel. 040/371554 (ore 8,30-13,00)

Fonti delle illustrazioni:

- | | |
|----------|---|
| pag. 3: | <i>Conoscere la Natura d'Italia</i> . Guida Enciclopedica Illustrata, n. 31/1984.
<i>Ist. Geogr. De Agostini</i> , Novara. |
| pag. 5: | Il Parco del Meduna, Cellina e Moncello.
<i>WWF</i> , sez. di Pordenone, Udine, 1984. |
| pag. 19: | J. OWEN MOUNTFORD, J. SHEAIL. The effects of agricultural land use change on the flora of three grazing marsh areas.
<i>NCC, Focus on nature conservation</i> , n. 20. London, 1989. |
| pag. 22: | A. MAZZEI. Come si produce l'aceto.
<i>Ed. Reda</i> , Roma, 1976. |
| pag. 23: | <i>Microcomputer</i> , n. 103, gen. 1991. |
| pag. 24: | <i>Verdi</i> , n. 5, marzo 1990. |
| pag. 26: | <i>Alimentazione e Consumi</i> , periodico bimestr. d'informazione della Prov. di Milano, n. 2/1988. |
| pag. 29: | <i>Gardenia</i> , n. 61, mag. 1989. |
| pag. 31: | Tutela dei corsi d'acqua.
<i>Ed. Consorzio Risorse Idriche «Schema 23»</i> , Firenze, 1991. |
| pag. 33: | <i>Rotary</i> . |
| pag. 38: | <i>Corriere Salute</i> , suppl. al <i>Corriere della Sera</i> , 24/9/90. |
| pag. 39: | Gasteropodi - 1.
<i>Ed. CNR</i> , Roma. |

Supplemento al n. 8 anno XVIII del periodico mensile "La Provincia di Reggio Emilia"
Spedizione in abbonamento postale - gruppo III, 70%
Autorizzazione Tribunale di Reggio Emilia n. 175 del 25.1.1965