

## **LE MACROFITE ACQUATICHE: BIOINDICATORI DELL'INQUINAMENTO DI TIPO ORGANICO**

**L**a comunità biologica che popola un corso d'acqua si compone, come per qualsiasi altro ecosistema, di due categorie di organismi: i produttori ed i consumatori; i primi sono in grado di produrre materia organica vivente partendo da ciò che è disponibile nell'ambiente (acqua, anidride carbonica, sali minerali ed energia solare), i secondi, si accrescono e si moltiplicano sfruttando quest'accumulo di materia organica prodotta dai primi. Come l'erba di un prato e i ruminanti al pascolo possono essere portati ad esempio delle due categorie, così nel fiume riconosciamo come consumatori le specie animali acquatiche (senza però dimenticare che esiste un mondo affascinante di microscopici organismi che si comportano di fatto da "consumatori"), mentre i produttori sono rappresentati da macroalghe, muschi e piante superiori (angiosperme) che vivono perennemente immersi nell'ambiente acquatico. Questi organismi vegetali, collettivamente indicati come "macrofite acquatiche", anche se molto diversi fra loro, sono fortemente adattati all'ambiente fluviale. In tale ambiente, la cui natura è liquida e non gassosa come l'atmosfera, esiste un moto continuo in un'unica direzione (la corrente), il trasporto di materiali sospesi o galleggianti può essere molto imponente e la disponibilità di energia luminosa per la fotosintesi può risultare estremamente ridotta a causa della copertura da parte delle altre piante presenti sulle sponde (vegetazione riparia). Solo selezionate strategie adattative, proprie di ogni spe-

cie, rendono possibile la colonizzazione di un ambiente tanto particolare come può essere un corso d'acqua.

## **ELEMENTI DELLA FLORA ACQUATICA DEI FIUMI ITALIANI**

Le macrofite acquatiche, vengono spesso considerate "flora minore", in parte a causa della loro limitata "visibilità", in parte per la ridotta conoscenza ed in parte perché considerate poco meno che un problema per le pratiche di gestione dei corsi d'acqua (ostruzione di canali, comportamento infestante di certe specie); esse giocano, invece, un ruolo molto importante nel loro ecosistema. Come già accennato, la flora acquatica si compone di diverse forme viventi ben adattate ad insediarsi nei diversi habitat che un alveo fluviale offre. Così alcune specie presentano foglie con forme idonee a rimanere sospese nella corrente d'acqua offrendo la minima resistenza, la cuticola in molti casi è particolarmente sottile così da favorire gli scambi gassosi, il movimento di curvatura dei fusti segue la corrente (reotropismo), mentre gli apparati radicali penetrano nel fondale orientandosi in senso opposto. Tutto ciò comporta una ricchezza di forme e di specie che a prima vista appare sorprendente.



# Macrofite acquatiche

*Ranunculus penicillatus*



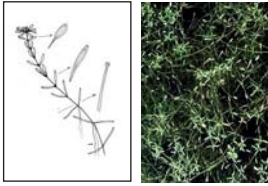
*Ranunculus peltatus*



*Ranunculus aquatilis*



*Callitriche intermedia*



*Callitriche stagnalis*



*Callitriche platycarpa*



*Callitriche hermaphroditica*



*Callitriche obtusangla*



*Potamogeton lucens*



*Potamogeton crispus*



*Potamogeton obtusifolius*



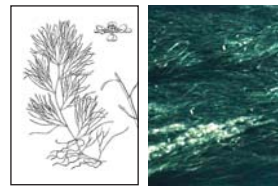
*Potamogeton natans*



*Potamogeton perfoliatus*



*Potamogeton pectinatus*



# Macrofite acquatiche

*Chara spp.*



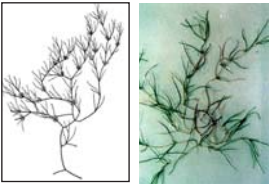
*Elodea canadensis*



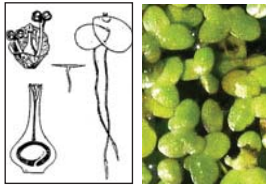
*Rorippa nasturtium-aquaticum*



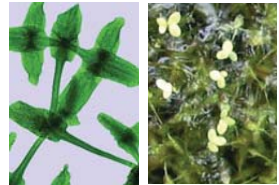
*Zannichellia palustris*



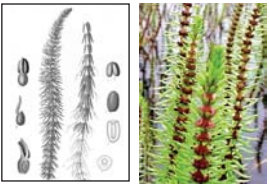
*Lemna minor*



*Lemna trisulca*



*Hippuris vulgaris*



*Scirpus lacustris*



*Myriophyllum spicatum*



*Cladophora glomerata*



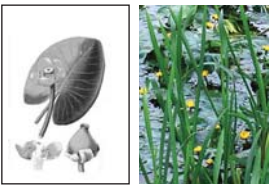
*Entheromorpha spp.*



*Apium nodiflorum*



*Nuphur lutea*



*Fontinalis antipyretica*



*Sparganium spp.*



# Macrofite acquatiche

## MACROFITE ACQUATICHE COME BIOINDICATORI

Sebbene i macroinvertebrati bentonici siano di gran lunga gli indicatori biologici più frequentemente impiegati nel monitoraggio ambientale dei corsi d'acqua, non sono gli unici: ad esempio si possono impiegare i batteri e i protozoi (indici saprobici) così come le macrofite acquatiche. La sensibilità di queste ultime verso condizioni di inquinamento dell'ambiente acquatico è oggi nota, in particolare quella nei confronti dell'inquinamento di natura organica, anche se ancora molto rimane da approfondire per avvalorarne definitivamente l'efficacia come bioindicatori. Verso la fine degli anni ottanta, è stato messo a punto un indice interamente basato sulla presenza o assenza di

specie vegetali appartenenti alla flora acquatica capace di evidenziare forme di inquinamento di origine organica: il Macrophyte Index Scheme (MIS). L'approccio alla realizzazione dell'indice è simile a quello seguito per lo sviluppo dell'IBE per gli invertebrati macrobentonici, ed in particolare prevede che all'aumentare dell'inquinamento organico l'abbondanza delle specie più sensibili si riduca a vantaggio di quelle più tolleranti passando attraverso un fase di transizione in cui, complessivamente, è osservabile una riduzione nel numero di specie presenti. Collettivamente le specie di macrofite utili alla definizione dell'indice vengono raggruppate in quattro grandi categorie: **A) sensibili, B) poco sensibili, C) tolleranti e D) favorite**. Il rapporto tra le

CLASSE DI QUALITÀ	SENSIBILITÀ	ABBONDANZE RELATIVE
Q1	A (SENSIBILE) B (POCO SENSIBILE) C (TOLLERANTE) D (FAVORITA)	ASSENTE ASSENTE RARE EMERGENTI DOMINANTE
Q2	A (SENSIBILE) B (POCO SENSIBILE) C (TOLLERANTE) D (FAVORITA)	ASSENTE ASSENTE O SCARSO ABBONDANTE DOMINANTE
Q3	A (SENSIBILE) B (POCO SENSIBILE) C (TOLLERANTE) D (FAVORITA)	ASSENTE COMUNE DOMINANTE ABBONDANTE
Q4	A (SENSIBILE) B (POCO SENSIBILE) C (TOLLERANTE) D (FAVORITA)	COMUNE COMUNE O ABBONDANTE COMUNE ALCUNE ALGHE
Q5	A (SENSIBILE) B (POCO SENSIBILE) C (TOLLERANTE) D (FAVORITA)	DOMINANTE ABBONDANTE RARO ASSENTE

Tab. 75 - MIS quadro di attribuzione della classe di qualità in funzione delle abbondanze relative delle specie più o meno sensibili/tolleranti

# Macrofite acquatiche

abbondanze delle diverse categorie osservate in un certo ambiente, consente, attraverso l'uso di un'apposita tabella, di classificare il tratto fluviale secondo uno schema a cinque classi: Q1 "cattiva qualità"; Q2 "qualità scadente"; Q3 "qualità dubbia"; Q4 "qualità discreta", Q5 "qualità buona". E' possibile tuttavia estendere la classificazione alle condizioni intermedie Q1-Q2, Q2-Q3, Q3-Q4, Q4-Q5, quando le osservazioni non consentono di assegnare all'ambiente acquatico una classe di qualità ben definita (vedi Tabella 75). Le specie impiegate per la

tamente ventinove tipi di vegetali differenti anche se in alcuni casi le diverse specie di uno stesso genere si riconoscono con un certo grado di sicurezza solo dopo aver acquisito una po' di esperienza. La tabella 76 riporta il nome scientifico delle macrofite impiegate nel MIS raggruppate per grado di sensibilità. Alcuni anni fa, in Francia un gruppo di ricercatori definito Gruppo di Interesse Scientifico "Macrofite di acque interne" (Groupement d'Intérêt Scientifique "Macrophytes des Eaux Continentales") o meglio noto con l'acronimo GIS, iniziò un

SENSIBILITÀ	SPECIE (GENERE)	
<b>GRUPPO A</b> (FORME SENSIBILI)	<i>Ranunculus penicillatus</i>	<i>Callitriche intermedia</i>
<b>GRUPPO B</b> (FORME POCO SENSIBILI)	<i>Ranunculus aquatilis</i> <i>Hippuris vulgaris</i> <i>Potamogeton lucens</i> <i>Callitriche obtusangla</i> <i>Fontinalis anitpyretica</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Callitriche platycarpa</i>	<i>Chara spp.</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Elodea canadensis</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Ranunculus peltatus</i> <i>Potamogeton obtusifolius</i>
<b>GRUPPO C</b> (FORME TOLLERANTI)	<i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton natans</i> <i>Nuphar lutea</i> <i>Sparganium spp.</i> <i>Lemna minor</i> <i>Potamogeton crispus</i>	<i>Lemna trisulca</i> <i>Callitriche hermaphroditica</i> <i>Enteromorpha spp.</i> <i>Scirpus lacstris</i> <i>Potamogeton perfoliatum</i> <i>Zannichellia palustris</i>
<b>GRUPPO D</b> (FORME FAVORITE)	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Cladophora glomerata</i>

Tab. 76 - Macrofite impiegate nel MIS

determinazione della classe di qualità comprendono piante a fiore (angiosperme), muschi ed alghe verdi. In tutto, per l'applicazione del MIS nei diversi ambienti, è necessario distinguere e classificare corret-

programma di lavoro incentrato sull'impiego delle piante acquatiche come bioindicatori. Lo scopo principale era quello di adattare indici basati sulle macrofite precedentemente messi a punto da ricercatori anglosassoni alla realtà francese. Durante questo

# Macrofite acquatiche

lavoro di sintesi, il Gruppo mise a punto una lista di 242 macrofite rinvenute nei fiumi francesi attraverso la consultazione di lavori scientifici, di cataloghi e liste floristiche varie. In questa lista compaiono alghe visibili ad occhio nudo, briofite, felci e piante vascolari con l'unico requisito della semplice riconoscibilità in campo, che potenzialmente rende il metodo facilmente applicabile. La messa a punto dell'indice poi, ha richiesto che il Gruppo attribuisse ad ogni macrofita uno specifico punteggio, che per semplicità è stato scelto tra 0 e 10 in base alla tolleranza a condizioni di forte degrado (ambienti acquatici fortemente inquinati) o di buona qualità ambientale (ambienti a scarso inquinamento). Trasformare una lista di macrofite ed una serie di punteggi in un qualcosa di più

complesso come può essere un Indice, consiste nel tentare di costruirne più d'uno e poi testarne la bontà direttamente in natura. Così il Gruppo ha elaborato ben sei indici differenti che tengono conto del solo letto fluviale (alveo bagnato), oppure anche della zona riparia immediatamente sovrastante la cosiddetta zona sopra-acquatica (definita come l'area del fiume sommersa dall'acqua almeno per il 40% dell'anno), o le sole specie stenoece cioè quelle che risultano più fortemente dipendenti da un ben definito tipo di ambiente considerando la sola presenza/assenza delle macrofite o il diverso grado di ricopertura delle une rispetto alle altre (in altri termini la numerosità di una certa macrofita rispetto a tutte le altre presenti nello stesso ambiente). Gli indici così proposti sono:

INDICE	DESCRIZIONE	FORMULA PER IL CALCOLO
<b>GIS AQ PA</b>	Indice che considera le sole piante del letto fluviale (AQ) in termini di presenza/assenza (PA)	$\square_i CS_i / n$
<b>GIS AQSt PA</b>	Indice che considera le sole macrofite stenoece (AQSt) in termini di presenza/assenza (PA)	
<b>GIS A+S PA</b>	Indice che considera sia le macrofite del letto fluviale che quelle dell'area sopra-acquatica (A+S) in termini di presenza/assenza (PA)	
<b>GIS AQ AD</b>	Indice che considera le sole piante del letto fluviale (AQ) in termini di abbondanza/dominanza (AD)	$(\square_i AD_i \times CS) \square_i AD_i$
<b>GIS AQSt AD</b>	Indice che considera le sole macrofite stenoece (AQSt) in termini di abbondanza/dominanza (AD)	
<b>GIS A+S AD</b>	Indice che considera sia le macrofite del letto fluviale che quelle dell'area sopra-acquatica (A+S) in termini di presenza/assenza	

**CS<sub>i</sub>** = punteggio specifico della i-esima macrofita (compreso tra 0 e 10); **n** = numero di tipi diversi di macrofite rinvenibili in un certo ambiente acquatico; **AD** = abbondanza/dominanza della i-esima macrofita (valori 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 dalla condizione di estrema rarità a quella di presenza superiore al 75%).

# Macrofite acquatiche

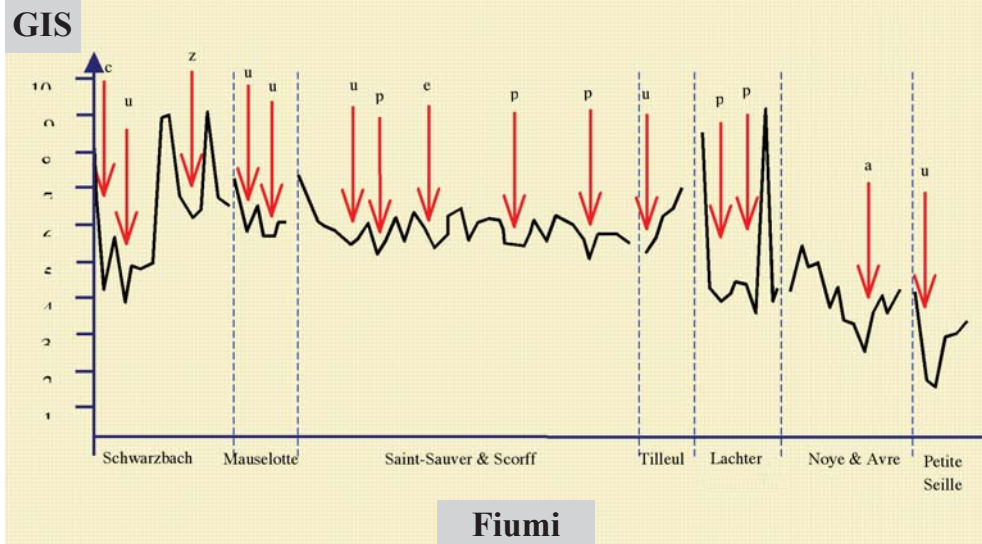


Fig. 68 – Andamento dell'Indice GIS a seconda dei diversi corsi d'acqua (Francia) e dei diversi impatti di tipo antropico sugli stessi. c) camping; z) allevamenti zootecnici; p) piscicoltura; u) reflui urbani

I diversi indici sono stati testati su 10 fiumi francesi, diversi per le loro caratteristiche idrogeologiche e di impatto antropico. Complessivamente sono stati raccolti e classificati i vegetali acquatici presenti in 90 stazioni in ognuna delle quali sono stati calcolati tutti e sei gli indici GIS. In generale laddove erano note situazioni di disturbo (impatto dovuto a reflui urbani e di allevamento, presenza di campeggi, impianti di acquacoltura, attività industriali) il valore dei sei indici tendeva a ridursi anche se fra tutti, il GIS AQSt AD era l'indice che meglio descriveva le variazioni delle condizioni fluviali. Nella figura 68 si può notare con quale ripetitività l'indice GIS tende a diminuire in concomitanza con impatti puntiformi di volta in volta rappresentati da una qualche forma d'inquinamento di tipo organico.



Questo indice è attualmente in fase di studio anche nel nostro Paese e, come avvenuto per l'applicazione dell'IBE, ci si attende che i ricercatori italiani sappiano metterne a punto una versione adatta ai corsi d'acqua delle nostre regioni e che magari entri a fare parte delle metodiche di biomonitoraggio obbligatorie per legge.

