

4. Ecologia Fluviale

Argomenti:

1. **Il fiume come unità ecosistemica** (habitat, diversità, zona iporreica, continuità, resilienza)
2. **Processi funzionali dell'ecosistema fluviale**
 - Relazioni trofiche
 - Ritenzione sostanza organica
 - Potere autodepurante
 - *Flood Pulse Concept* e *River Continuum Concept*
3. **Il corridoio fluviale**
4. **Le componenti biotiche dell'ecosistema fluviale**
 - La componente planctonica
 - La componente animale
 - La componente vegetale
5. **Metodi di valutazione**

Fiume come unità ecosistemica

Ecosistema: sistema che comprende tutti gli organismi esistenti in una determinata area e l'ambiente in cui vivono.

Componenti di un ecosistema:

- **componente biotica** (animali, vegetali)
- **componente abiotica** (habitat, processi fisici)

La vita dipende dal mondo fisico, che a sua volta è influenzato dagli esseri viventi.

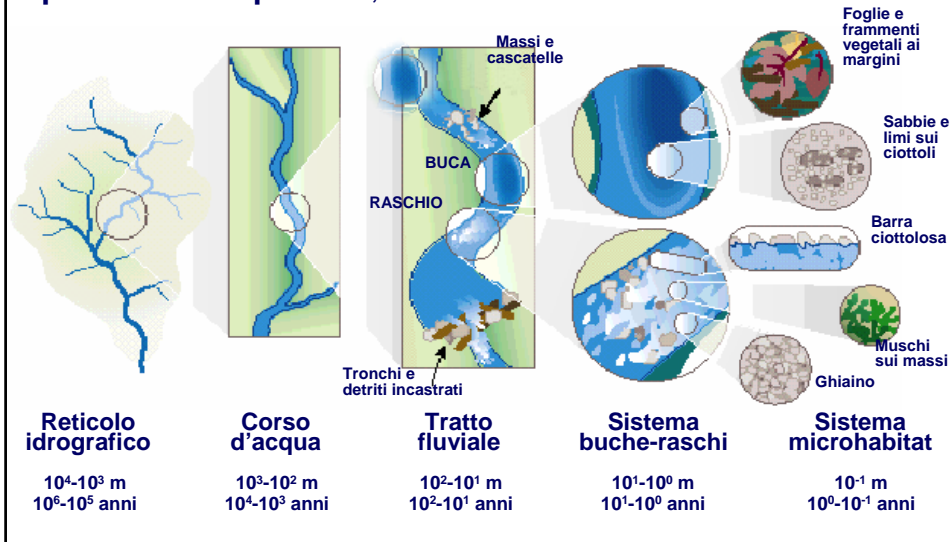
La **biodiversità** di un **ecosistema fluviale** è determinata dalle interazioni tra:

- **caratteristiche strutturali** (costituzione fisica, habitat)
- **caratteristiche funzionali** (processi biologici)

Per proteggere la biodiversità dei sistemi fluviali è necessario proteggere innanzitutto i loro habitat.

Fiume come unità ecosistemica

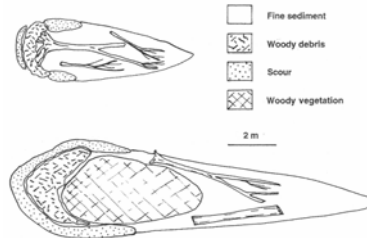
La **diversità ambientale**, riproposta a più scale, è il prerequisito più importante per la **diversità biologica**, il **potere autodepurante**, la **funzionalità fluviale**.



Gli Habitat

LWD: diversificazione dei microhabitat

Il detrito legnoso flottante o sommerso crea habitat - ripari per l'ittiofauna (bassa velocità, ombra, siti per alimentazione e ovodeposizione, rifugi dai predatori)

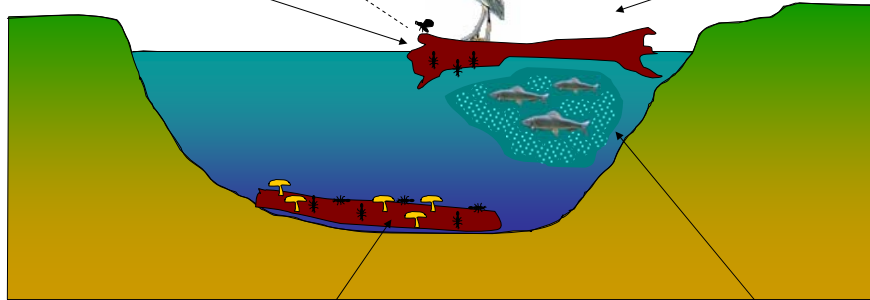


Gli Habitat

LWD: diversificazione dei microhabitat

Il legno flottante può supportare diversi stadi del ciclo vitale di invertebrati

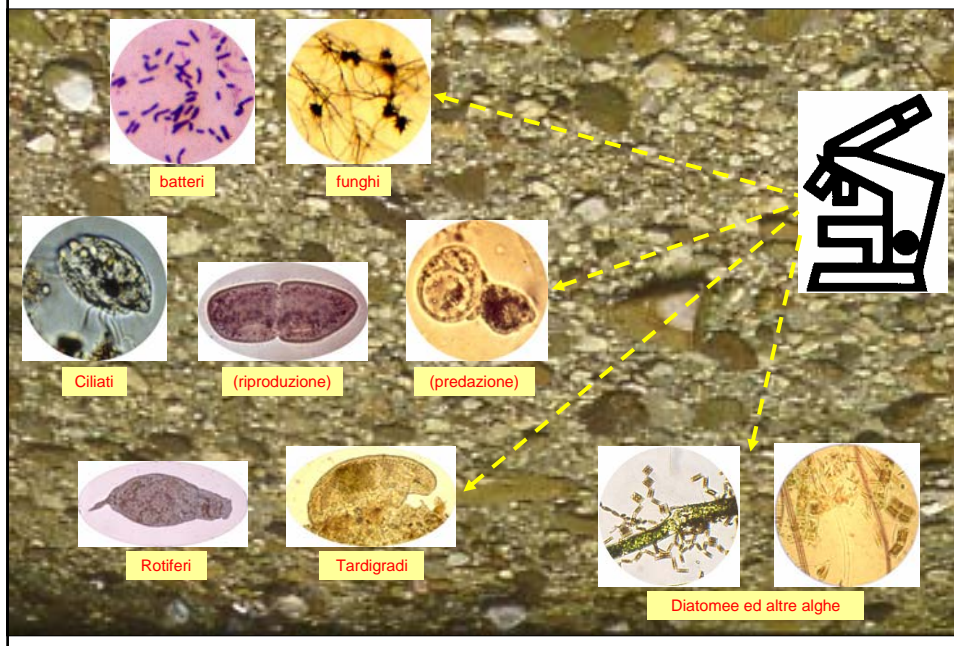
Il legno flottante agisce come una base galleggiante per uccelli



Il legno sommerso è un habitat per alghe, funghi e invertebrati

Il legno galleggiante fornisce ombra e microclima più fresco per invertebrati e pesci

Substrato di sedimenti



Habitat per macroinvertebrati

Anfratti o vegetazione



Anfratti per tessere reti o costruire tane



Zone di deposito foglie, per costruire astucci e protezione mimetica



Ciuffi di alghe verdi filamentose

Habitat per macroinvertebrati

Corrente



Massi puliti in forte corrente (cascate)



Esposizione alla corrente, per filtrare FPOM



Ciottoli esposti alla corrente (non fortissima)

Habitat per macroinvertebrati

Sedimenti fini



Zone di calma, con
detrito organico

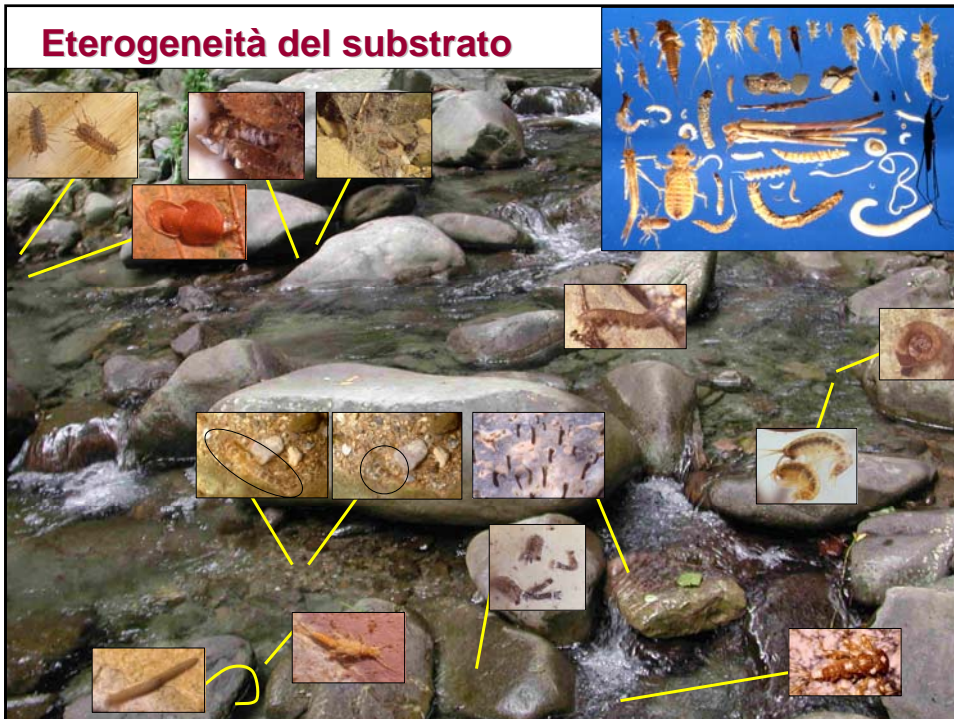


Sabbia o ghiaia fine (per
infossarsi), con FPOM sospesa



Sabbie o limi, ricchi di
FPOM sedimentata

Eterogeneità del substrato



Diversità ambientale

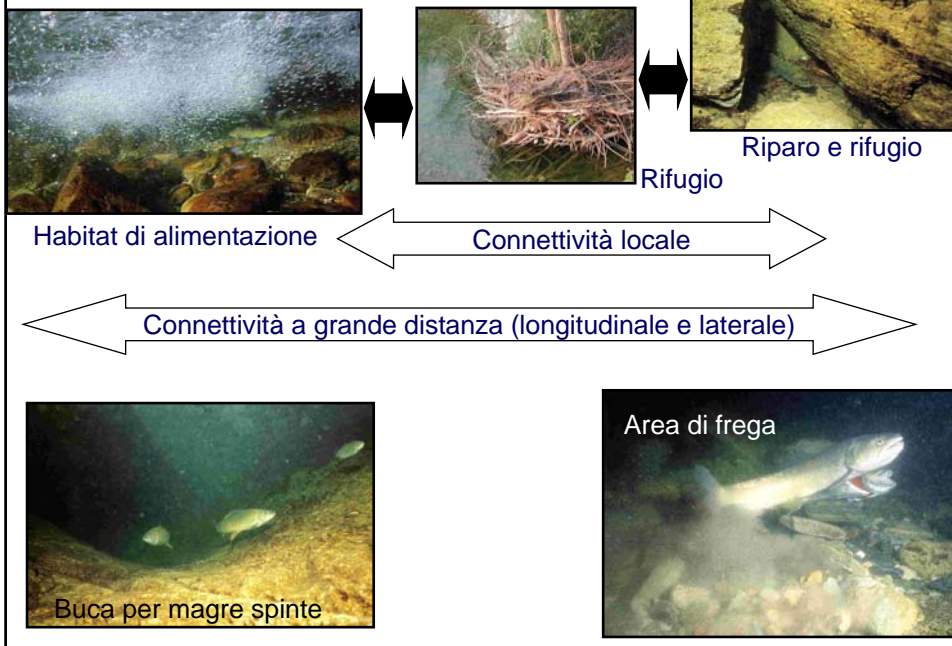
Diverso aspetto \Rightarrow diverse specializzazioni \Rightarrow diverse esigenze ambientali



Popolamento di una stazione di buona qualità

Diversità ambientale \Rightarrow diversità biologica \Rightarrow capacità autodepurante

Gli habitat dei pesci



La zona iporreica

Dal punto di vista ecologico la fascia di contatto tra l'alveo e la falda genera un ecotono *, definito **zona iporreica**, che è sempre presente quando il fondo dell'alveo è costituito da materiale permeabile.

L'esatta delimitazione dei **confini della zona iporreica**, basata su parametri chimici, biologici e fisici, è complessa ed ancora controversa. In ogni caso una definizione largamente accettata include:

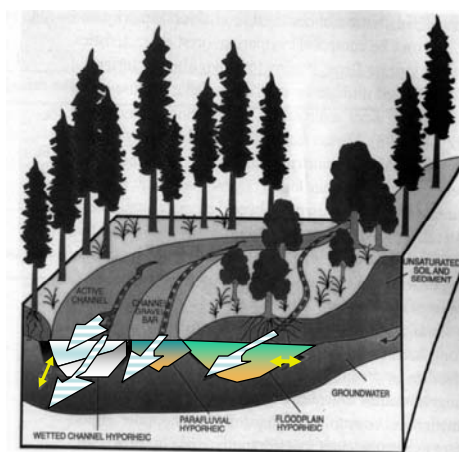
- **sedimenti saturi sotto e lateralmente all'alveo fluviale** che contengono acqua proveniente sia dal corso d'acqua sia dalla falda;
- **acqua subsuperficiale** contenente almeno il 10% di acqua superficiale;
- **zona subsuperficiale** dove gli organismi, chiamati hyporheos, si sono adattati a vivere in condizioni interstiziali.

* **Ecotono**: zona di transizione tra due sistemi ecologici adiacenti

La zona iporreica

Attraverso la zona iporreica vi è un **costante scambio di acqua, energia ed organismi tra la falda ed il corso d'acqua.**

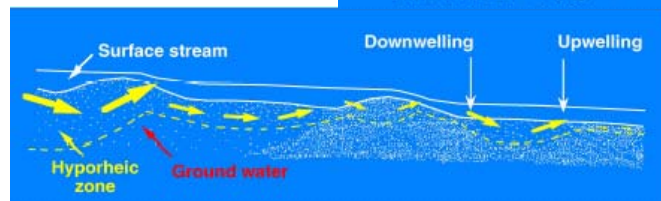
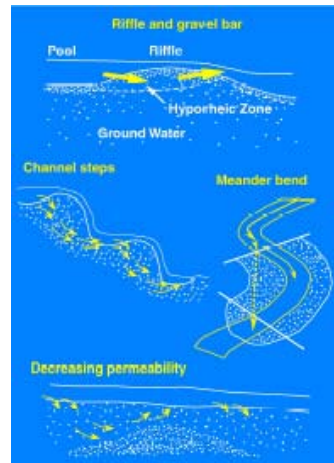
Poiché i **tempi di residenza** sono **prolungati** e la superficie di contatto tra acqua e particelle solide è maggiore rispetto all'alveo fluviale, i processi biogeochimici sono amplificati.



La zona iporreica

Processi di scambio nei corsi idrici tra superficie e iporreico

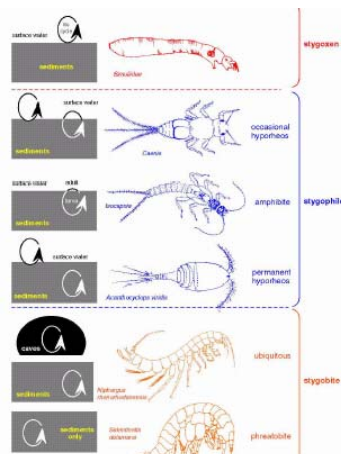
La zona iporreica apporta un sensibile contributo alla **capacità autodepurante** dei corsi d'acqua, riuscendo ad esempio ad intrappolare vari contaminanti, tra cui i metalli pesanti. Inoltre contribuisce alla **mitigazione della temperatura dell'acqua**, soprattutto per i picchi estivi ed invernali.



La zona iporreica

Habitat di organismi bentonici

Lo spazio interstiziale tra i sedimenti della zona iporreica è occupato da una **ricca comunità di invertebrati** che includono crostacei, anellidi, vermi, rotiferi, idracari e larve di insetti acquatici. La catena trofica è sostenuta dal biofilm che si forma sui sedimenti.



La zona iporreica

Habitat di organismi bentonici

Possono vivere forme bentoniche insieme ad **organismi provenienti dalle falde più profonde**. L'ambiente iporreico è quindi un **ecotono** frequentato dalle diverse specie in fasi diverse del loro ciclo vitale o in stagioni avverse nel loro habitat elettivo.

È un'**area rifugio** di primaria importanza sia per le fasi giovanili di molte specie che per superare periodi in cui l'ambiente fluviale superficiale può essere inospitale per temperature eccessivamente alte o basse, perché l'alveo è instabile in periodi di piena, per rifugiarsi da predatori.



Collegamento funzionale tra fiume e territorio

La funzionalità e le dinamiche fluviali sono condizionate in larga misura dalle **caratteristiche del territorio circostante**, sia delle adiacenti fasce di vegetazione riparia sia dell'intero bacino.

I corsi d'acqua sono dunque una **successione di ecosistemi "aperti"**, dotati cioè di importanti interconnessioni trofiche (nutrizionali), flussi di materia ed energia, non solo in senso longitudinale, ma anche laterale e verticale. In essi le fasce di vegetazione riparia esplicano un ruolo talmente importante da divenire inscindibili dal fiume in senso stretto.

Questo **approccio pluridimensionale** rende più intuitiva la comprensione della connettività che caratterizza i sistemi fluviali: questi rispondono a livello sistemico (sia a monte che a valle) alle perturbazioni locali.

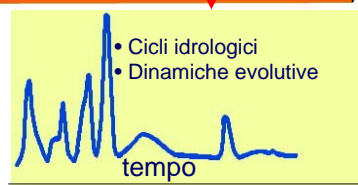
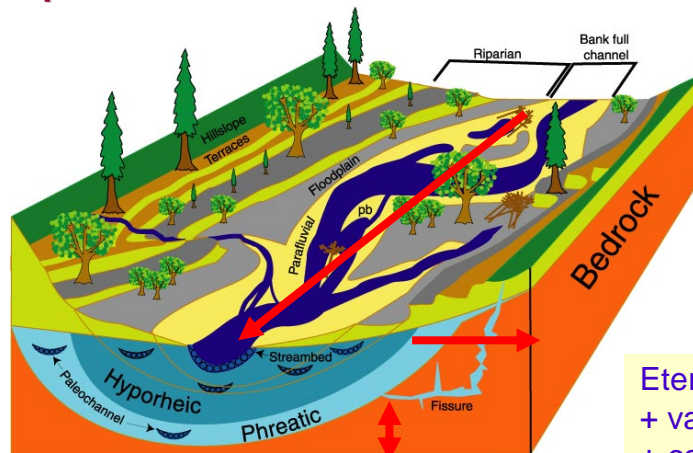
I fiumi come ecosistemi aperti

Fasce fluviali come **espansione e contrazione degli ecosistemi**.

Questo approccio pluridimensionale dà ragione inoltre della **vulnerabilità dell'intero ecosistema all'interposizione di barriere che ne interrompano la continuità** in ciascuna delle direzioni spaziali: longitudinale (es. dighe, briglie), laterale (es. arginature, difese di sponda), verticale (es. soglie, spianamenti dell'alveo).



L'importanza della continuità



Eterogeneità
+ variabilità
+ connettività



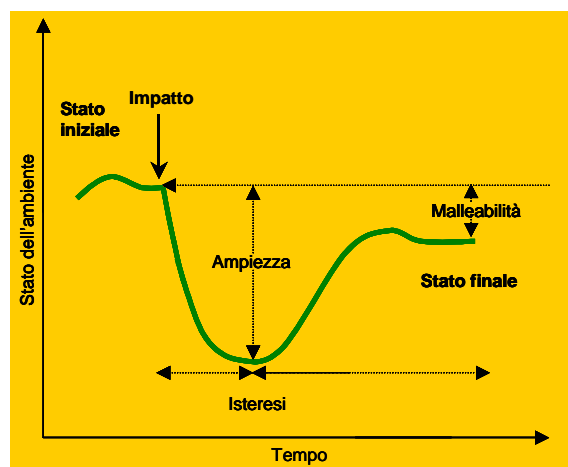
Biodiversità

L'importanza della continuità

A queste dimensioni si aggiunge la **scala temporale**: considerato che la morfologia dell'alveo può variare su lunghi periodi di tempo e che le ripercussioni sull'ecosistema fluviale di alcune modifiche ambientali, pur essendo molto rilevanti, possono non manifestarsi per diversi decenni (ad es. gli effetti della mancanza di ripari di piena fuori alveo si manifesteranno solo in occasione delle piene con tempo di ritorno pluridecennale), la gestione fluviale deve essere pianificata in una prospettiva di lungo termine.

Il fiume: un ambiente resiliente

Resilienza del sistema: capacità di assorbire le variazioni attestandosi su nuovi stadi di equilibrio metastabile, attraverso dinamiche metaboliche o cambiamenti della composizione strutturale.



Processi funzionali dell'ecosistema fluviale

Le relazioni trofiche

All'interno dei corsi d'acqua si instaurano **processi trofici** diversi legati soprattutto alla **capacità di utilizzo e trasformazione dell'energia in entrata nel sistema** (es. luce) e della materia organica disponibile. Difficilmente in un corso d'acqua si verifica un processo trofico completo; nella maggior parte dei casi si assiste a processi più o meno completi in funzione delle caratteristiche ecologiche del tratto di corso d'acqua in esame.

Il **sistema trofico** viene **descritto attraverso gli adattamenti degli individui acquatici**, soprattutto dei **macroinvertebrati**, ai diversi modi di assunzione del cibo e quindi al loro ruolo trofico nel sistema.

Le relazioni trofiche

La **suddivisione più semplice** degli individui in base alle modalità nutrizionali è quella che individua **tre gruppi: detritivori, erbivori e carnivori**. Tuttavia questi organismi si possono ritrovare in tutti i livelli della catena trofica.

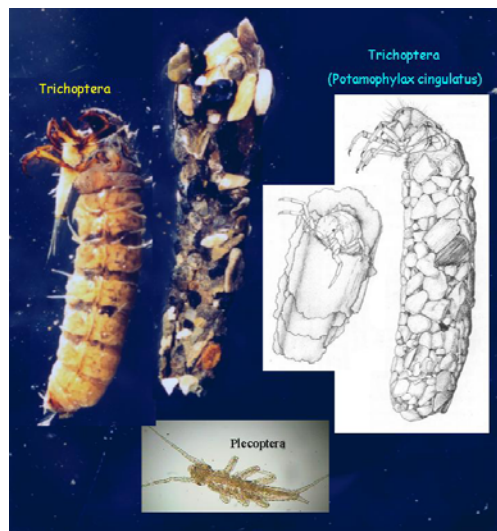
Più efficace appare una **suddivisione che tenga conto**, oltre che dei ruoli trofici legati al tipo di cibo, anche **dei ruoli trofici in funzione delle modalità di assunzione del cibo**. Si individuano in questo modo dei **gruppi funzionali** che operano in modo indipendente ma sinergico, al fine di utilizzare con la massima efficienza le diverse forme energetiche disponibili: **triturator**i, **scavatori**, **filtratori**, **raccoglitori**, **raschiatori**, **perforatori**, **predatori**, **parassiti**.

Le relazioni trofiche

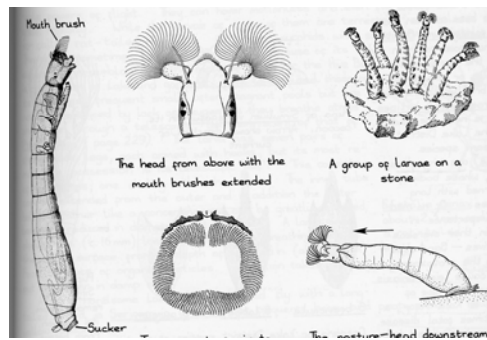
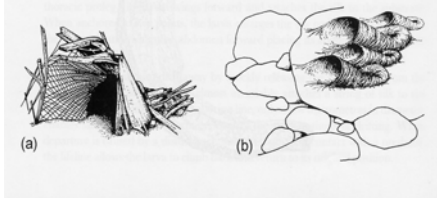
Gruppi funzionali	Risorse alimentari	Ruolo Trofico e Modalità alimentare	Esempi
Trituratori (<i>shredders</i>)	Foglie (non legno) o CPOM (particellato organico grossolano) e microbi associati Macrofite	Detritivori <i>masticatori</i> Erbivori <i>masticatori e minatori</i>	Alcune larve di Tricotteri, Plecotteri in stadi giovanili, Anfipodi, Isopodi Larve di Ditteri acquatici
Scavatori (<i>gougers</i>)	Materiale legnoso (dilema)	Detritivori <i>minatori e scavatori</i>	Alcune larve di Ditteri, Coleotteri, Tricotteri
Collettori filtratori (<i>collectors filterers</i>)	FPOM (particellato organico fine) sospeso e microbi associati	Detritivori <i>filtratori</i>	Larve di alcuni Tricotteri e Simulidi, Bivalvi
Collettori raccoglitori (<i>collectors gatherers</i>)	FPOM sedimentato e microbi associati	Detritivori <i>pascolatori di superficie del sedimento</i>	Larve di Efemerotteri e Ditteri
Raschiatori (<i>scrapers</i>)	Perifiton e fauna associata	Erbivori	Alcune larve di Efemerotteri, Tricotteri e Gasteropodi
Perforatori (<i>piercers</i>)	Macrofite	Erbivori	Alcune larve di Tricotteri (Hydroptilidae)
Predatori (<i>predators</i>)	Prede animali	Carnivori	Alcune larve di Plecotteri, Tricotteri, Coleotteri, Ditteri e Odonati
Parassiti	Prede animali	Parassiti interni	Nematodi

Gruppi funzionali bentonici con relative risorse alimentari e ruolo trofico.

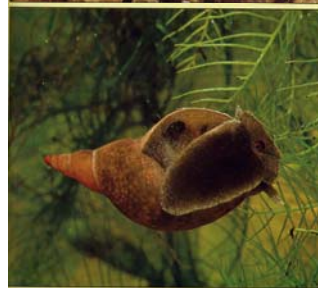
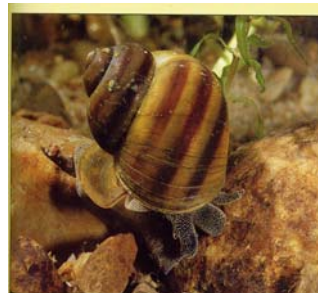
TRITURATORI

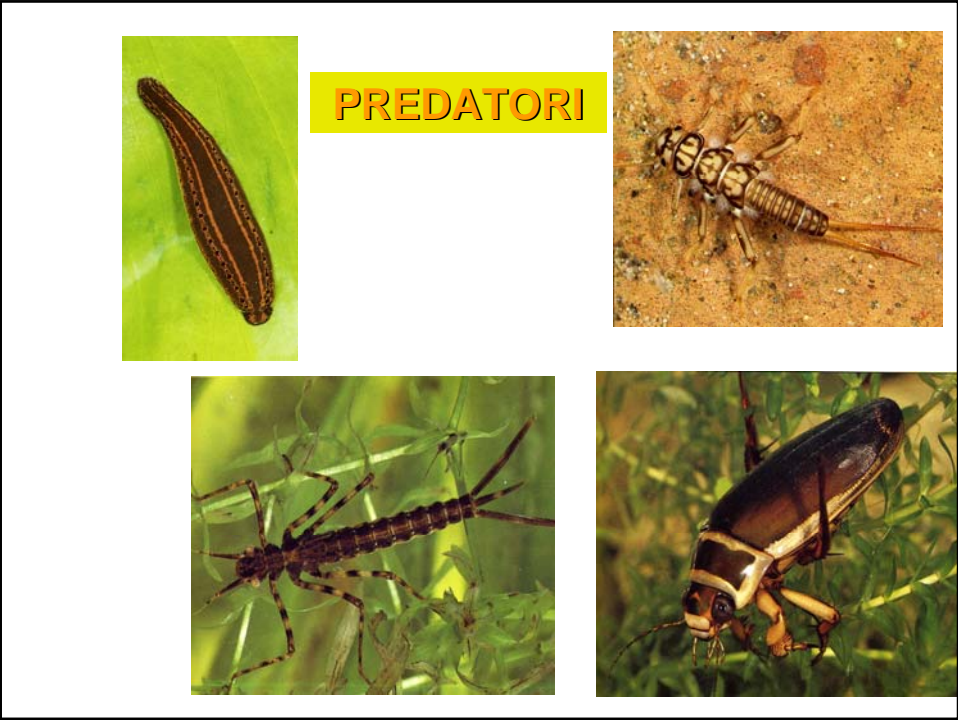


FILTRATORI

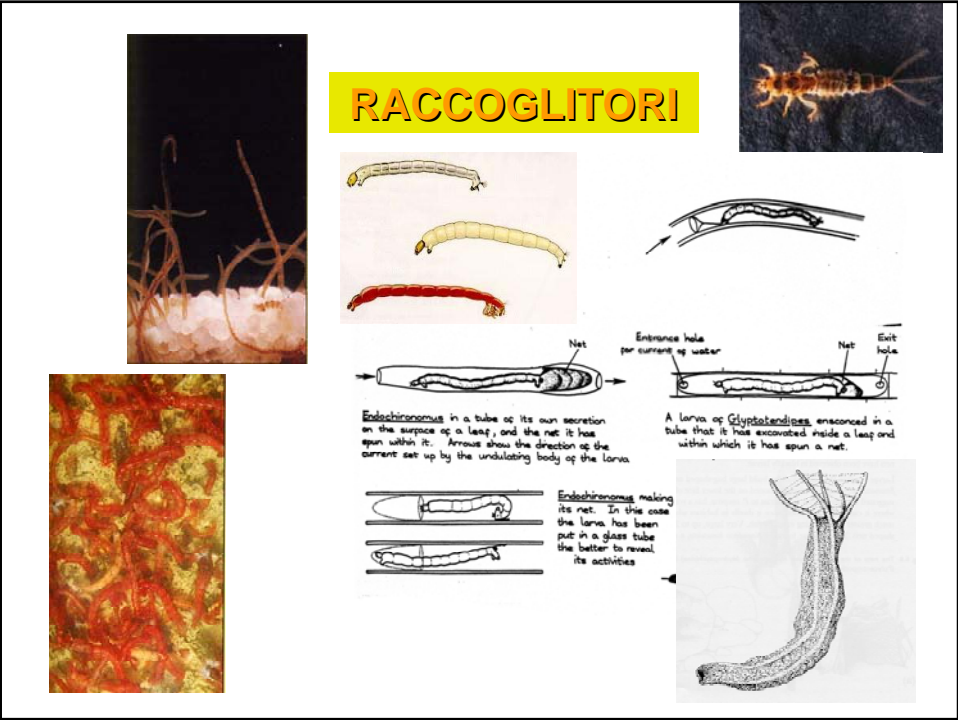


RASCHIATORI





PREDATORI



RACCOGLITORI

Endochironomus in a tube of its own secretion on the surface of a leaf, and the net it has spun within it. Arrows show the direction of the current set up by the undulating body of the larva.

A larva of *Glyptotendipes* ensconced in a tube that it has excavated inside a leaf and within which it has spun a net.

Endochironomus making its net. In this case the larva has been put in a glass tube the better to reveal its activities.

Ritenzione e degradazione di sostanza organica

Il processo di ritenzione è basato sull'**intrappolamento del materiale organico di grosse dimensioni (CPOM)**, costituito da foglie, rametti o detrito organico caduti o trasportati in alveo e sul suo successivo immagazzinamento in situ.

I **meccanismi di ritenzione** in un corso d'acqua svolgono una **funzione fondamentale nel processo di ciclizzazione della sostanza organica**, in quanto permettono al CPOM di essere intrappolato ed elaborato dalle comunità biologiche.

In generale, la **ritenzione** in un corso d'acqua **dipende dalle sue caratteristiche idrologiche e morfologiche**: il grado di diversità morfologica, la velocità della corrente e la scabrezza del substrato contribuiscono a determinare una varietà di situazioni che aumenta l'**efficacia di ritenzione**.

Il potere autodepurante

La **sostanza organica** che raggiunge un corso d'acqua, sia essa di **origine naturale** (foglie, escrementi e spoglie animali) o **antropica** (liquami fognari), viene **demolita da microrganismi sospesi nell'acqua** (batteri, funghi) e i prodotti della mineralizzazione vengono riciclati dalla componente vegetale (microalghe, idrofite).

Le multiformi **comunità microscopiche** (batteri, funghi, ciliati, microalghe, ecc.) che, nell'insieme, formano quella sottile pellicola biologica scivolosa al tatto, il **perifiton**, che riveste i ciottoli fluviali, rappresentano il **primo sistema depurante dei corsi d'acqua**.

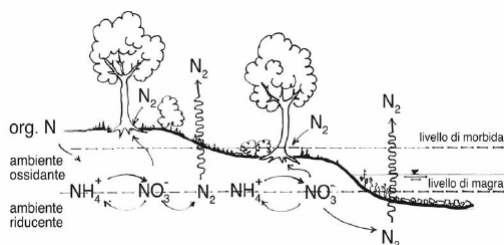
Il potere autodepurante

Questo depuratore naturale supporta fisicamente e biologicamente un **altro sistema depurante**, costituito dai **macroinvertebrati**, che funge da **acceleratore e regolatore del processo**. La loro ricchezza di specializzazioni massimizza l'utilizzo di tutte le forme di risorse alimentari disponibili (scarichi umani compresi) e rende la comunità in grado di rispondere in maniera flessibile alle variazioni stagionali o antropiche del carico organico.

Un **ulteriore contributo** alla rimozione di biomassa è fornito dai **vertebrati**, compresi quelli terrestri, che si nutrono dei macroinvertebrati acquatici: **pesci, anfibi, rettili, uccelli, mammiferi**. Questi organismi, nel loro insieme, possono essere considerati il **terzo sistema depurante** dell'ambiente fluviale.

Il potere autodepurante

L'efficienza dei tre sistemi depuranti è, a sua volta, condizionata dall'integrità dell'ambiente terrestre circostante, in particolare delle **fasce di vegetazione riparia**. Questo **quarto sistema**, oltre a fornire cibo ed habitat agli organismi microscopici, ai macroinvertebrati e ai vertebrati, svolge una **duplice funzione depurante**, agendo da filtro meccanico e da filtro biologico.



La **denitrificazione** è un processo di particolare interesse in quanto riduce i composti azotati ad azoto gassoso (N₂), che viene restituito all'atmosfera.

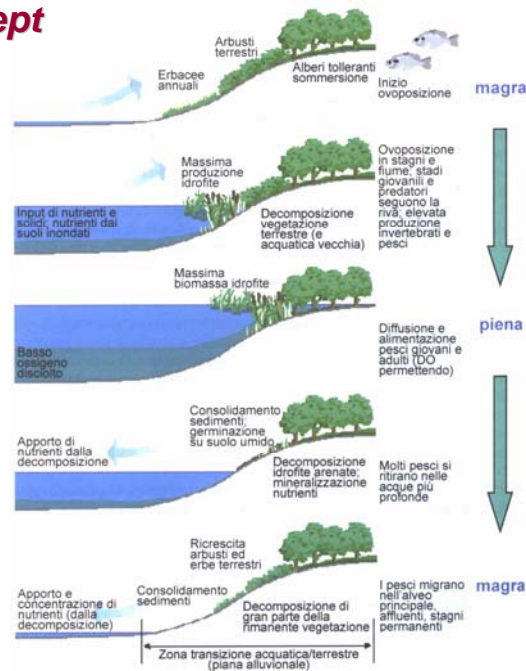
Il Flood Pulse Concept

Il concetto dell'andamento pulsante delle esondazioni (*Flood Pulse Concept*) focalizza l'attenzione sullo **scambio laterale di acqua, nutrienti e organismi tra il fiume e la sua zona inondabile**.

L'**alternarsi di situazioni di magra, morbida e piena** è l'elemento maggiormente responsabile dei processi che avvengono tra corso d'acqua e zona perifluviale. Le **zone inondabili** sono considerate quindi **parte integrante dell'ecosistema fluviale** e ne condizionano la funzionalità.

Il Flood Pulse Concept

Le inondazioni periodiche dalle piene sono sfruttate dagli organismi acquatici e terrestri per accrescere produttività biologica e biodiversità



Il Continuum fluviale (*River Continuum Concept*)

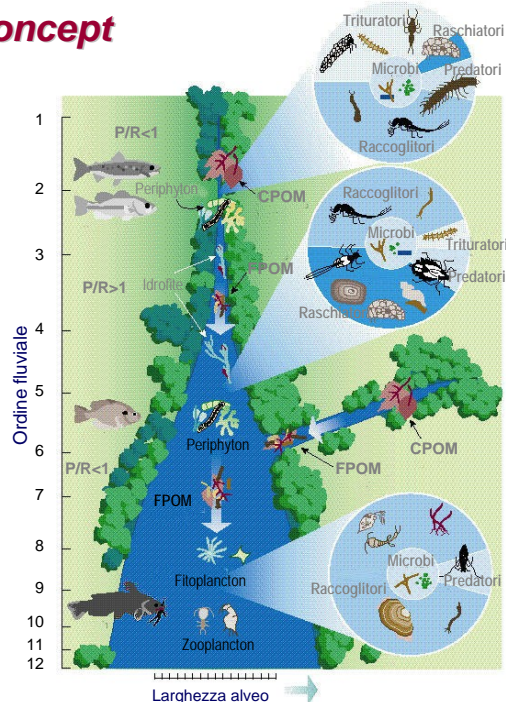
Un corso d'acqua può essere considerato una **successione di ecosistemi** che sfumano gradualmente l'uno nell'altro e sono interconnessi con gli ecosistemi terrestri circostanti: dalla sorgente alla foce variano i parametri morfologici, idrodinamici, fisici e chimici e, in relazione ad essi, i popolamenti biologici.

Il ***River Continuum Concept*** propone una visione unificante dell'ecologia fluviale, che richiama l'attenzione sulla stretta dipendenza della struttura e delle funzioni delle comunità biologiche (con particolare riferimento alla comunità bentonica) dalle condizioni geomorfologiche ed idrauliche medie del sistema fisico.

Il *River Continuum Concept*

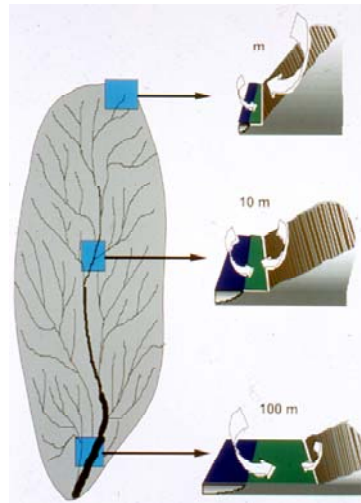
Relazioni proposte dal *River Continuum Concept* tra le dimensioni del corso d'acqua ed i graduali aggiustamenti nella struttura e nella funzione delle comunità lotiche.

CPOM=*Coarse Particulate Organic Matter* (materia organica particolata grossolana); FPOM=*Fine Particulate Organic Matter* (materia organica particolata sottile); (da Vannote et al., 1980, modif.).



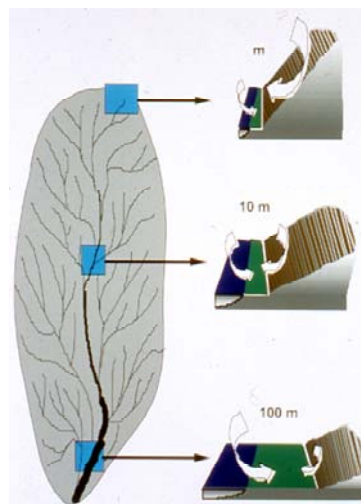
Il River Continuum Concept

Nei **corsi d'acqua montani** (1°-3° ordine) le comunità biologiche acquatiche sono sostenute dalle **grandi quantità di detrito organico** (foglie, rami) fornite dalla vegetazione riparia, mentre l'**ombreggiamento** di quest'ultima riduce lo sviluppo dei produttori fotosintetici (es. alghe). Il **metabolismo fluviale** è quindi **eterotrofico** (sostenuto dagli **apporti organici terrestri**) e la **struttura della comunità degli invertebrati** è dominata dai **triturator**i e dai **collettori**, mentre i **pascolatori** sono poco rappresentati, riflettendo la limitata disponibilità delle risorse alimentari loro necessarie (alghe, muschi, idrofite vascolari).



Il River Continuum Concept

Procedendo verso valle, nei **fiumi di media grandezza** (4°-6° ordine) la riduzione della superficie ombreggiata e il conseguente aumento della fotosintesi inducono il passaggio ad un **metabolismo fluviale autotrofico** (sostenuto dalla produzione organica acquatica), rendendo le comunità acquatiche energeticamente autosufficienti rispetto agli apporti terrestri che, tuttavia, continuano ad essere una importante risorsa. Aumentano i **pascolatori** a scapito dei **triturator**i, mentre i **collettori** continuano ad abbondare, sfruttando il particolato organico fine prodotto dai **triturator**i nei rami montani.

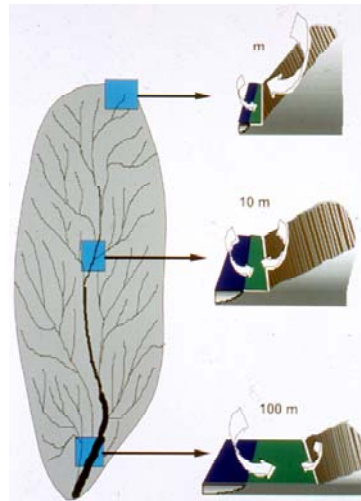


Il River Continuum Concept

Nei **grandi fiumi** (di ordine superiore al 6°) l'**ombreggiamento** diviene trascurabile, ma la fotosintesi è generalmente limitata dalla **torbidità** delle acque: le condizioni ritornano eterotrofiche e la comunità – sostenuta da grandi quantità di materia organica particolata fine, proveniente in gran parte dai tratti superiori – diviene nettamente dominata dai collettori.

Naturalmente nella realtà, nei singoli corsi d'acqua, numerosi fattori provocano spostamenti locali o generali dallo **schema ideale** del *River Continuum Concept*.

La **concezione del continuum fluviale** mette in evidenza come le comunità acquatiche e il metabolismo fluviale siano determinati non solo dalle condizioni locali, ma anche dai processi che si verificano nei tratti a monte.



L'ecotono ripario

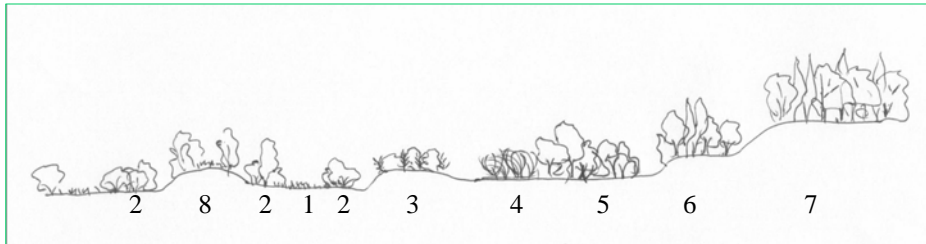
I corsi d'acqua vanno interpretati non solo nella loro dimensione longitudinale (da monte a valle), ma anche nella **dimensione trasversale** che, come già evidenziato, ha una notevole influenza sulla funzionalità del corso d'acqua.

Anche in questa dimensione è possibile leggere una successione di **microhabitat trasversali alla direzione della corrente**, che assumono importante valore ambientale.



L'ecotono ripario

Elevata eterogeneità spaziale: la struttura può variare sia in relazione alla frequenza e all'entità degli eventi idrologici che in relazione alla distanza dal fiume



1. *Leontodonto berinii*-*Chondriletum*, 2. *Salicetum incano-purpureae* fo. altitudinale planiziale, 3. *Salici*-*Hippophæetum*, 4. *Salicetum triandrae*, 5. *Salicetum albae*, 6. *Salici*-*Populetum*, 7. *Populetum albae*, 8. Microgeosigmeto di isola golenale.

L'ecotono ripario

Elevata eterogeneità spaziale



Le funzioni della zona riparia

La zona riparia ha una **molteplicità di funzioni**, tra le quali:

- Riduzione dell'erosione
- Trappole per sedimenti
- Apporto di materia organica
- Regolazione dell'umidità del suolo
- Microclima
- Regolazione termica
- Habitat
- Tampone per la materia organica
- Intercettazione e rimozione dei nutrienti (autodepurazione)
- Fonte di cibo e di rifugio

Le componenti biotiche dell'ecosistema fluviale

La componente planctonica

Plancton: insieme di organismi animali (*zooplancton*) e vegetali (*fitoplancton*) che vivono nell'acqua lasciandosi trasportare dalle correnti: costituiscono la base alimentare di molti pesci e mammiferi.

I **principali gruppi dello zooplancton fluviale** sono i rotiferi, i protozoi e, in misura minore, piccoli crostacei come cladoceri e copepodi; in generale in termini quantitativi lo zooplancton presente nei fiumi è inferiore a quanto si può trovare in ambienti lacustri con concentrazioni di clorofilla simili.

Il **fitoplancton dei corsi d'acqua** è tipicamente dominato da Diatomee e Alghe verdi.

La componente animale

Macroinvertebrati bentonici

I **macroinvertebrati bentonici** di acque correnti sono **organismi con taglia raramente inferiore al millimetro** che vivono sui substrati disponibili nei corsi d'acqua, usando meccanismi di adattamento che li rendono capaci di resistere alla corrente. Essi appartengono principalmente ai seguenti gruppi: **insetti, crostacei, molluschi, irudinei, tricladi, oligocheti**.

Una **comunità macrobentonica diversificata**, essendo capace di sfruttare più efficacemente l'intera gamma di apporti alimentari e di adattarsi meglio alle loro variazioni temporali, è garanzia di una buona efficienza depurativa.

La **composizione "attesa" o ottimale** della comunità dei macroinvertebrati corrisponde a quella che, in condizioni di buona efficienza dell'ecosistema, dovrebbe colonizzare quella determinata tipologia fluviale.

Pesci

Nell'ambito della fauna ittica possiamo distinguere **differenti livelli gerarchici di organizzazione** e, di conseguenza, di complessità ecologica: la **popolazione** (*stock*), definita come un gruppo di individui appartenenti alla stessa specie che vive in una data area ad un dato tempo, e la **comunità ittica** che costituisce un **associazione di popolazioni** che interagiscono e coesistono in una data area.

La **diversità** e la **composizione specifica** delle comunità ittiche vengono determinate da una **serie complessa di fattori naturali biotici ed abiotici**. Tra i fattori abiotici giocano un ruolo fondamentale la morfologia del substrato e il regime termico e idrologico, mentre fra quelli biotici l'interazione fra pesci può essere considerato il fattore più importante.

Pesci

A livello di bacino e di tratto fluviale, un modo schematico di rappresentazione del variare della composizione delle comunità ittiche lungo il corso d'acqua è dato dal principio della **zonazione ittica**:

- **Zona dei Salmonidi** (trota fario, trota macrostigma), caratterizzata da acqua dolce, limpida e ben ossigenata; corrente molto veloce, con presenza di rapide, fondo a massi, ciottoli o ghiaia grossolana; scarsa presenza di macrofite; temperatura fino a 16-17°C, ma generalmente inferiore.

- **Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila** (barbo, barbo canino, vairone), caratterizzata da acqua dolce e limpida, soggetta però a torbide di breve durata, discretamente ossigenata; corrente veloce, alternata a zone dove l'acqua rallenta e la profondità è maggiore, fondo con ghiaia fine e sabbia; moderata presenza di macrofite; temperatura raramente superiore ai 19-20°C.

Pesci

- **Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila** (tinca, scardola, triotto), caratterizzata da acqua dolce, frequentemente torbida e solo moderatamente ossigenata in alcuni periodi; bassa velocità della corrente; fondo fangoso; abbondanza di macrofite.

- **Zona dei Mugilidi** (cefalo, muggine calamita, muggine labbrone), con acqua salmastra, in seguito al rimescolamento delle acque dolci fluviali con quelle salate marine; bassa velocità della corrente; fondo fangoso; moderata presenza di macrofite; temperatura, concentrazione di ossigeno e torbidità molto variabili, anche in funzione delle maree.

Pesci



Carpa



Arborella



Scardola



Cavedano



Anfibi e Rettili

Le aree umide e i boschi ripariali ospitano numerose specie di anfibi e rettili.



Rana temporaria



Natrix natrix



Bufo bufo



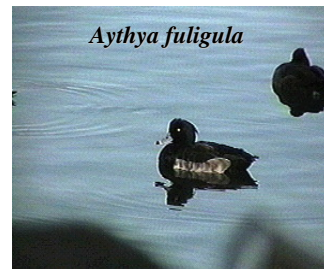
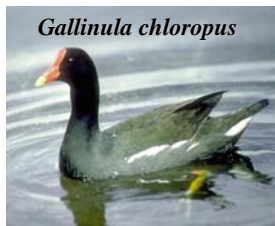
Triturus cristatus



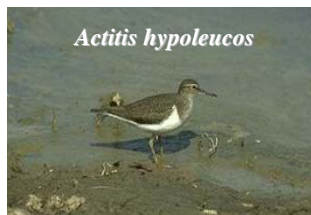
Hyla arborea

Uccelli

I paesaggi ricchi di acqua sono noti per la loro ricca avifauna. Nelle paludi covano uccelli di palude estremamente specializzati, sulle superfici sabbiose e fangose sostano le più diverse specie migratrici, la fitta vegetazione ripariale offre a molti uccelli ideali possibilità di cova e sugli specchi d'acqua aperti gli uccelli di superficie e quelli tuffatori trovano protezione e un'offerta di nutrimento estremamente vasta.



Uccelli



Mammiferi

Pochi mammiferi italiani risultano legati in senso stretto ad ambienti d'acqua dolce. Due di essi sono minuscoli insettivori: il **toporagno d'acqua** (*Neomys fodiens*) e il **toporagno acquatico di Miller** (*Neomys anomalus*).

Specie esotica (americana), ma ormai diffusa nei corsi d'acqua italiani, è la **nutria** (*Myocastor corpus*), che scava le sue corte gallerie nei pendii in riva all'acqua.

Il mammifero acquatico per eccellenza è la **lontra** (*Lutra lutra*): diffuso fino alla metà del '900 in tutti gli ambienti acquatici del nostro Paese, è oggi probabilmente il mammifero a maggior rischio di estinzione non solo in Italia, ma nell'intera Europa, a causa della riduzione degli habitat idonei alla presenza della specie, costituiti da estesi boschi ripariali.

La componente vegetale

Numerosi fattori influenzano le caratteristiche della componente vegetale negli ecosistemi fluviali, tra i quali:

- caratteristiche idrologico – idrauliche del corso d'acqua;
- condizioni idrologico – climatiche del bacino
- litologia del substrato
- dimensioni del corso d'acqua

Una **prima schematica suddivisione** raggruppa i popolamenti vegetali di ecosistemi fluviali in: **fitoplancton, perifiton, macrofite acquatiche, canneti, formazioni erbacee pioniere di greto, formazioni riparie arbustive ed arboree**. Si tratta comunque di popolamenti e cenosi * strettamente influenzati dalla presenza dell'acqua costituiti da specie adattate, spesso in maniera esclusiva, agli ambienti fluviali.

* **Cenosi**: Insieme di specie animali o vegetali che vivono in un determinato ambiente

Il Perifiton

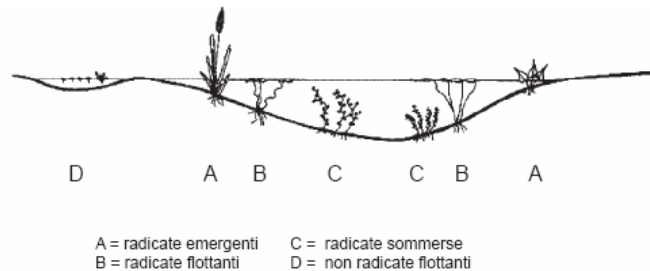
Il termine **perifiton** indica un **insieme di microrganismi che vivono aderenti ai substrati sommersi di diversa natura** (inorganici ed organici, viventi o morti), comprendente **alghe, batteri, funghi, protozoi** nonché **detrito organico ed inorganico**. Inoltre, si considerano facenti parte del perifiton sia gli organismi aderenti al substrato sia quelli che lo penetrano o che si muovono all'interno di esso.

Si tratta quindi di una **comunità strutturata** costituita da **organismi** che hanno **dimensioni anche molto variabili: da pochi micron a diversi centimetri** comprendendo sia microalghe quali le **diatomee** (tra gli organismi più rappresentativi della componente autotrofa del perifiton) sia **alghe macrofite bentoniche**.

Le macrofite acquatiche

Secondo alcuni autori i vegetali acquatici sono solo quelli che si sviluppano interamente in acqua. In base a tale definizione le specie radicate in acqua, ma emergenti con fusto e parte delle foglie, non rientrano tra le piante acquatiche.

Nell'ambito dell'ecosistema fluviale, si preferisce considerare come macrofite acquatiche complessivamente i popolamenti vegetali insediati nell'alveo di morbida e non solo quelli sommersi.



Disposizione delle tipologie di piante acquatiche in una sezione trasversale

Le macrofite acquatiche

Nell'ambito degli ecosistemi fluviali, i vegetali acquatici rivestono **vari ruoli**, quali:

- **produttori primari**;
- **micro-habitat**;
- contribuiscono all'**autodepurazione delle acque** attraverso vari processi chimico – fisici;
- **rallentamento locale del flusso**, con ritenzione e sedimentazione di particellato fine e deposizione di detrito organico

Attraverso l'esame della **struttura e della composizione dei popolamenti acquatici** possono essere raccolte indicazioni abbastanza precise sul **livello di alterazione della qualità chimica, fisica e biologica dell'acqua**, in quanto tali popolamenti sono costituiti da specie dipendenti totalmente o in misura elevata dall'acqua come mezzo da cui trarre elementi nutritivi.

Le macrofite acquatiche

Sull'uso dei vegetali acquatici come bioindicatori si fondano numerose metodologie di biomonitoraggio per le acque correnti superficiali. In particolare, molti indici si basano sulla correlazione esistente tra inquinamento organico e caratteristiche del popolamento vegetale: secondo diversi autori **gli organismi vegetali sarebbero, infatti, più sensibili del macrozoobentos all'inquinamento di natura organica** e ne registrerebbero la comparsa e l'entità con maggior precisione.

La vegetazione riparia

L'ambiente ripario è una zona d'interfaccia o **ecotono** tra l'ambiente acquatico in senso stretto e il territorio circostante, contigua al corso d'acqua e ancora interessata dalle piene o dalla falda freatica fluviale.

La definizione di ambiente ripario è strettamente connessa a quella di vegetazione riparia: è proprio la presenza delle formazioni vegetali riparie che delimita ed evidenzia l'esistenza di una zona riparia, rendendo possibile la distinzione tra aree prossime all'alveo e aree circostanti.



La vegetazione riparia

Le **specie riparie** sono caratterizzate da **adattamenti morfologici e fisiologici** quali:

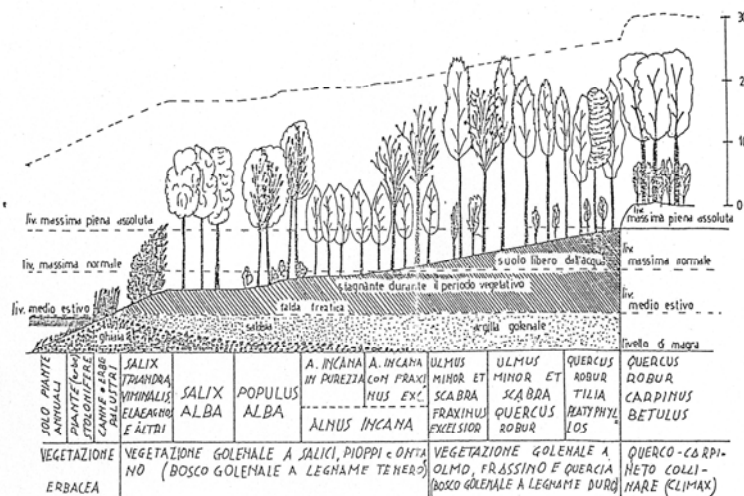
- flessibilità di fusti e radici,
- presenza di radici avventizie (tipica di generi arborei quali *Populus*, *Salix* e *Alnus*).

Oltre a questi adattamenti ne sono presenti anche altri di **tipo riproduttivo**, quali:

- riproduzione vegetativa per radicamento di porzioni vegetative (rami, fusti, radici);
- dispersione di semi e frammenti vegetativi per trasporto acqueo;
- produzione dei semi durante il ritiro delle acque di piena a fine di permetterne la germinazione su substrati umidi ma non dilavati.

La vegetazione riparia

In una sezione trasversale la vegetazione riparia si sviluppa secondo modalità precise che sono influenzate principalmente dal regime delle portate.



Le cenosi riparie

Erbacee pioniere di greto



Le cenosi riparie

Erbacee pioniere di greto

Procedendo dall'ambiente acquatico a quello terrestre, la prima fascia vegetata che si incontra è quella di greto, all'interno dell'alveo di morbida *, solitamente colonizzato da **specie erbacee pioniere**, spesso annue, che costituiscono popolamenti e **cenosi a erbacee pioniere di greto**. In tale ambito possono insediarsi solo popolamenti di specie adattate a tollerare il frequente rimaneggiamento operato dalla corrente, che non consente la strutturazione di una vera e propria cenosi.

* da intendere come "alveo attivo" secondo la terminologia geomorfologica, vale a dire comprendente le barre ed eventuali superfici di transizione

Le cenosi riparie

Cenosi acquatiche e palustri in ambiti perennemente o frequentemente allagati e su suoli idromorfi



Le cenosi riparie

Cenosi acquatiche e palustri in ambiti perennemente o frequentemente allagati e su suoli idromorfi

Sono presenti sia al limite tra zona riparia e corpo idrico sia all'interno della zona riparia *.

Si insediano negli ambiti fluviali a velocità della corrente ridotta o nulla.

Rimangono solo nei territori fluviali in cui il corso d'acqua ha possibilità di divagazione.

* si tratta di zone marginali dell'alveo, canali secondari o zone di piana inondabile incipiente frequentemente allagata

Le cenosi riparie

Formazioni arbustive riparie



Le cenosi riparie

Formazioni arbustive riparie

Si insediano nell'alveo di piena ordinaria *, oltre il limite esterno dell'alveo di morbida.

Le specie dominanti sono generalmente salici e pioppi arbustivi soprattutto in gran parte dell'Italia centro-settentrionale a questi si associano varie essenze tra cui:

Alnus glutinosa, Alnus incana, Euonymus europaeus, Frangula alnus, Viburnum opalus, Myricaria germanica, Hippophae rhamnoides, Vitex agnus castus, Tamarix gallica, Tamarix canariensis, Nerium oleander.

* da intendere come "piana inondabile" secondo la terminologia geomorfologica, vale a dire oltre il limite dell'alveo attivo

Le cenosi riparie

Formazioni arboree riparie



Le cenosi riparie

Formazioni arboree riparie

Sono formazioni arboree insediate nella porzione più distale dell'alveo di piena *, delimitano e caratterizzano con la loro presenza la zona riparia.

Le specie arboree (salici, ontani, pioppi, frassini, olmi) che le costituiscono sono comunque in grado di tollerare, seppur in modo diverso, anossia radicale e periodi di sommersione.

Esse rappresentano le formazioni più mature delle serie dinamiche di vegetazione in ambito fluviale.

* si tratta delle zone di pianura inondabile più matura, oppure già di terrazzi bassi ma frequentemente inondati.

Le cenosi riparie

Formazioni arboree riparie

Sono formazioni arboree insediate nella porzione più distale dell'alveo di piena *, delimitano e caratterizzano con la loro presenza la zona riparia.

Le specie arboree (salici, ontani, pioppi, frassini, olmi) che le costituiscono sono comunque in grado di tollerare, seppur in modo diverso, anossia radicale e periodi di sommersione.

Esse rappresentano le formazioni più mature delle serie dinamiche di vegetazione in ambito fluviale.

* si tratta delle zone di pianura inondabile più matura, oppure già di terrazzi bassi ma frequentemente inondati.

Le cenosi riparie

Prati aridi arbustati



Il mosaico delle fitocenosi fluviali

Le fitocenosi presenti in ambito fluviale costituiscono un **mosaico dinamico** determinato dal dinamismo dell'“ecosistema fiume” che comprende la porzione acquatica e quella riparia in un unicum.

Tale mosaico non è solo funzionalmente “adatto” a tollerare il dinamismo fluviale ma anzi è conservato da tale dinamismo.

Tale mosaico aumenta in complessità andando da monte verso valle.

La resilienza del sistema complesso è legata alla complessità del sistema ed alla contemporanea compresenza di diverse fitocenosi

Funzioni delle cenosi riparie

Produzione primaria

Costituzione di habitat

- Costituiscono esse stesse elemento caratterizzante e di diversità
- Forniscono “substrato” per organismi bentonici
- Determinano la presenza di condizioni idonee per la fauna vertebrata

Autodepurazione

- Fitodepurazione
- Habitat per comunità che depurano

Funzione tampone

- Filtro nei confronti di fonti di inquinamento diffuso

Il rilevamento delle caratteristiche vegetazionali

Alcune distinzioni da fare:

Flora: si intende l'elenco delle specie vegetali presenti in un dato territorio

Vegetazione: si intende l'insieme delle comunità vegetali in cui le specie si riuniscono

Caratterizzazione: Processo di rilevamento delle informazioni attraverso metodologie standardizzate;

Valutazione: Processo che conduce all'attribuzione di un giudizio sulla base di una scala di valutazione che si fonda su un "valore ambientale di riferimento" che determina il/i criteri di valutazione

Strumenti per la caratterizzazione dell'ambiente ripario

- Rilievo floristico
- Transetto
- Aree saggio
- Rilievo fisionomico strutturale
- Inventario
- Rilievo fitosociologico
- Indagini da foto aeree/satellitari

Rilievo floristico

Consiste nell'**individuazione di tutti i taxa**, solitamente al livello di specie presenti in una data stazione.

Gli **studi floristici** sono finalizzata alla definizione della flora di un dato ambito territoriale, ad esempio:

- Geografico (del Piemonte)
- Tipologico (degli ambienti fluviali del Piemonte)

Il rilievo floristico alla scala di una stazione ha la capacità di fornire informazioni sullo stato dell'ambiente da parte di specie spesso non abbondanti o non particolarmente evidenti per taglia.

Rilievo fisionomico - strutturale

Il **rilievo fisionomico strutturale** di un ambito territoriale consente di definire le principali formazioni presenti in termini, appunto, di struttura e fisionomia.

Ad esempio, si arriva a definire la presenza di una formazione arborea riparia a dominanza di *Salix alba* con *Populus nigra* e *Salix eleagnos*.

Fisionomia: si evidenzia la dominanza di particolari forme biologiche e di particolari specie vegetali.

Struttura: si evidenzia l'articolazione in strati della vegetazione, la loro proporzione relativa, la reciproca disposizione orizzontale

La fisionomia e la struttura consentono di **caratterizzare e valutare la vegetazione** ma non tengono conto di tutti i vegetali che compongono la vegetazione nei vari punti.

Rilievo fitosociologico

Si basa sul presupposto che la vegetazione sia strutturata secondo **fitocenosi** = **insiemi organizzati di popolamenti vegetali**.

Il rilievo consiste nell'**elencazione di tutte le specie presenti** in una data superficie che è quella caratteristica della fitocenosi in esame.

Ogni rilievo eseguito rappresenta una situazione concreta e particolare. La preoccupazione del rilevatore deve essere di operare in condizioni di significatività.

Il rilievo assume significato per quella tipologia vegetazionale quando risulterà molto simile, floristicamente, ad altri rilievi eseguiti in altre aree di un dato territorio.

Le principali specie di vegetazione ripariale

Sono di seguito ricordate le principali specie arboree ed arbustive riparie.

Differenza tra alberi ed arbusti

Alberi: hanno un unico tronco legnoso, da cui si dipartono i rami.

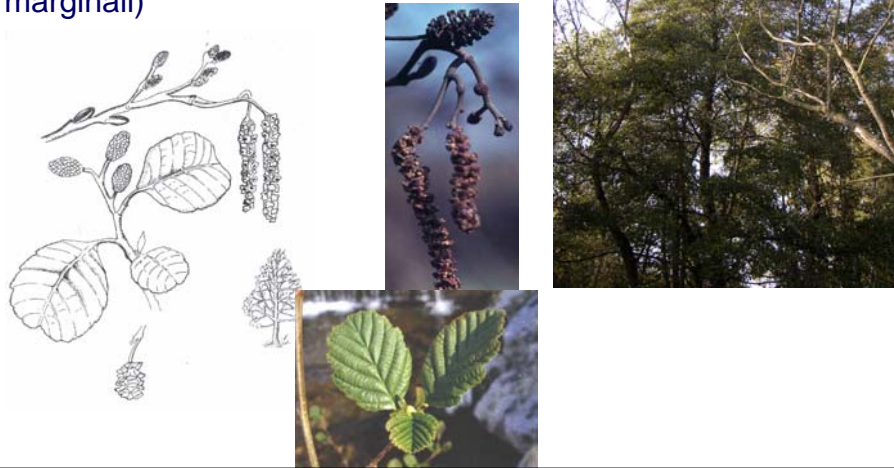
Arbusti: i rami si innalzano al livello del terreno, formando una chioma senza tronco. Hanno altezze fino a 3 – 4 m circa, ma possono essere anche superiori, quindi la differenza non è di altezza ma di struttura e portamento (struttura pollonante, cioè a cespugli, ed assenza di un tronco principale)

Schede descrittive delle specie costituenti
le formazioni arboree ed arbustive



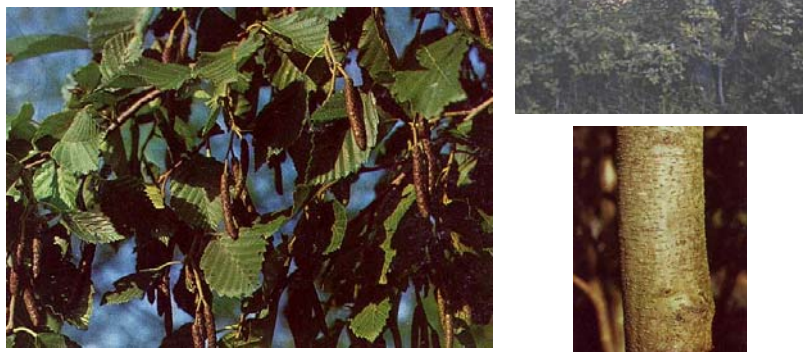
***Alnus glutinosa* (ontano comune, ontano nero)**

Piccolo albero alto fino a 20 m.
Foglie ovali, vischiose sul retro.
Tipico di boschi frequentemente
inondati (piana inondabile o zone
marginali)



***Alnus incana* (ontano bianco)**

Arbusto o piccolo albero che non
supera i 10 m. Foglie simili ad ontano
nero, ma con punta (e non vischiosa
sul retro).
Presente anche sul greto (barre alte).



***Carpinus betulus* (carpino bianco)**

Albero che raggiunge i 25 m di altezza. Foglie ovali.

Può essere presente in piana inondabile o terrazzi bassi.



***Cornus sanguinea* (corniolo sanguinello)**

Arbusto fino a 4 m. Foglie ovali.



***Fraxinus excelsior* (frassino maggiore)**

Albero con portamento slanciato, fino a 40 m. Foglie pennate.



***Populus alba* (pioppo bianco)**

Albero che raggiunge i 30 m di altezza. Foglie profondamente lobate. Può essere presente in piana inondabile o terrazzi bassi, talora anche su barre alte.



***Populus canescens* (pioppo canescente, grigio o gatterino)**

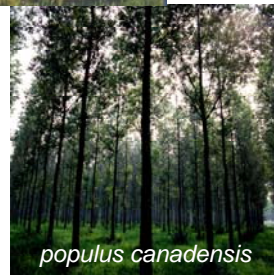
Albero che raggiunge i 35 m di altezza con fusto slanciato e chioma ampia. Foglie rotonde. Può essere presente in piana inondabile o terrazzi bassi.



***Populus nigra* (pioppo nero)**

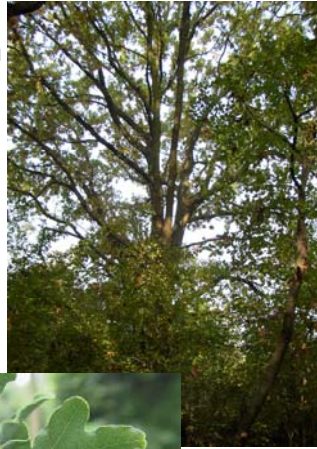
Albero che raggiunge i 30 m di altezza. Foglie triangolari. Di solito si tratta di un ibrido con *populus canadensis*.

Tipico di barre e piana inondabile.



Quercus robus (farnia)

Albero che facilmente supera i 30 m di altezza. Foglie lobate.



Salix alba (salice bianco)

Albero alto fino a 25 m. Foglie oblunghe. Tipico di barre alte e piana inondabile.



***Salix eleagnos* (salice ripaiolo)**

Arbusto o piccolo albero che può arrivare a circa 6 m di altezza. Foglie oblunghhe. Tipico di barre e piana inondabile.



***Salix purpurea* (salice rosso)**

Arbusto o più raramente piccolo albero che può arrivare a circa 6 m di altezza. Foglie oblunghhe con rami rossastri. Tipico di barre e piana inondabile.



***Sambucus nigra* (sambuco nero)**

Arbusto molto ramoso, talora piccolo albero, alto fino a 10 m. Foglie pennate.



***Tamarix gallica* (tamerice comune)**

Piccolo albero che raggiunge i 5 m di altezza. Foglie squamiformi e acute. Può essere presente nel greto (barre).



***Ulmus minor* (olmo)**

Albero alto fino a 30 m. Foglie ovali e acuminate.

Può essere presente in piana inondabile o terrazzi bassi.



***Acer campestre* (acero campestre)**

Albero che raggiunge i 25 m di altezza. Foglie profondamente lobate.

Presente soprattutto in ambiente collinare – montano ed in posizione distale (terrazzi).



Altri arbusti comuni

Ligustrum vulgare



Viburnum opulus



Principali specie esotiche

Phytolacca americana



Amorpha fruticosa



Reynoutria japonica



Principali specie esotiche

Sicyos angulatus



Humulus scandens



Helianthus tuberosus



Principali specie esotiche

Solidago gigantea



Amaranthus sp.



Principali specie esotiche

Bidens frondosa



Ambrosia artemisiifolia



Artemisia verlotorum



Prunus serotina



Principali specie esotiche

Ailanthus altissima



Acer Negundo



Robinia pseudoacacia



Metodi di valutazione dello stato ecologico di un corso d'acqua

Numerosi sono gli **indicatori e metodi** proposti per **caratterizzare e valutare le varie componenti** dell'ecosistema fluviale, dalla qualità delle acque alla copertura vegetale ed alla funzionalità dell'ecosistema.

Di seguito vengono fatti brevi cenni sui metodi più comunemente utilizzati in ambito ecologico:

- **IBE**
- **LIM**
- **SECA**
- **IFF**

IBE (Indice Biotico Esteso)

Descrizione

Indice macrobentonico fondato sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati che colonizzano le diverse tipologie fluviali. L'indice valuta di quanto la comunità macrobentonica presente si discosta da quella attesa.

Scopo

Consente di esprimere giudizi di qualità in ambienti di acque correnti superficiali sulla base delle modificazioni nella composizione della comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisico – morfologiche dell'alveo bagnato.

Metodo di misura / modalità di applicazione

Si effettua una analisi semiquantitativa e tassonomica di un campione di benthos; si ottiene un valore numerico dell'indice che può essere tradotto in cinque Classi di Qualità Biologica. La metodica ufficiale è descritta in APAT-IRSA CNR, 2003.

Tabella per il calcolo dell'IBE

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche (US) costituenti la comunità (secondo ingresso)									
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...	
Plecoteri presenti (<i>Leuctra</i> *)	Più di una US	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*	
	Una sola US	--	--	7	8	9	10	11	12	13*	
Efemeroteri presenti (escludere BAETIDAE e CAENIDAE**)	Più di una US	--	--	7	8	9	10	11	12	--	
	Una sola US	--	--	6	7	8	9	10	11	--	
Tricotteri presenti (comprendere BAETIDAE e CAENIDAE)	Più di una US	--	5	6	7	8	9	10	11	--	
	Una sola US	--	4	5	6	7	8	9	10	--	
Gammaridi e/o Atiidi e Palemonidi presenti	Tutte le US sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--	
Asellidi e/o Niphargidi presenti	Tutte le US sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--	
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le US sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--	
Altri organismi	Possono essere presenti organismi a respirazione aerea	0	1	--	--	--	--	--	--	--	

Tabella per il calcolo dell'IBE

Classi di qualità	Valore IBE	Giudizio	Colore di riferimento
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	Blu
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	Verde
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	Giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	Arancione
Classe V	1-2-3	Ambiente eccezionalmente inquinato o alterato	Rosso

Fonti di riferimento

Ghetti, 1997; ANPA, 1999; APAT-IRSA CNR, 2003.

Note

Normativa di riferimento: D.Lgs. 152/99

IBE (Indice Biotico Esteso)

Limiti

L'indice non è applicabile in acque di transizione (salmastre). Gli indici macrobentonici potrebbero sottostimare l'inquinamento derivante da carico organico.

Risponde bene a:

- qualità dell'acqua e sue variazioni

Risponde parzialmente a:

- eterogeneità del substrato (solo microscala, solo raschi)
- cambiamento del metabolismo fluviale (autotrofia/eterotrofia)
- artificializzazione delle sponde

Risponde male a:

- quantità dell'acqua
- diversità ambientale a livello di mesoscala e di macroscala
- devegetazione delle fasce riparie
- esigenze dei pesci
- interruzioni della continuità (longitudinale, laterale, verticale, temporale)

LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori)

Descrizione

E' un indice che definisce il livello di inquinamento dell'acqua dai macrodescrittori; questi sono una serie di parametri ambientali fondamentali per la caratterizzazione chimico – microbiologica dei corsi d'acqua superficiali.

Scopo

Fornisce una stima del grado di inquinamento dovuto a fattori chimici e microbiologici e serve, insieme al valore dell'IBE, ad ottenere l'indice SECA, per valutare e classificare la qualità dei corsi d'acqua.

Metodo di misura / modalità di applicazione

Si misurano i seguenti indicatori:

- Ossigeno Disciolto, OD (%)
- Domanda Biochimica di Ossigeno, BOD₅ (mg/l)
- Domanda Chimica di Ossigeno, COD (mg/l)
- Azoto ammoniacale, NH₄ (mg/l)
- Azoto nitrico, NO₃ (mg/l)
- Fosforo totale, P (mg/l)
- Escherichia coli* (UFC*/100 ml)

* UFC : Unità Formanti Colonia

LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescriptors)

Metodo di misura / modalità di applicazione

Il calcolo dell'indice si effettua come previsto dalla normativa di riferimento tramite l'attribuzione di punteggi associati a ciascun macrodescrittore: il LIM si determina in funzione del range in cui ricade il valore della somma dei punteggi ottenuti dai diversi macrodescriptors e viene espresso in 5 livelli di inquinamento.

Fonti di riferimento

ANPA, 1999; ARPA Piemonte (sito web); ARPA Toscana (sito web)

Note

Si tratta di una metodica formalizzata in ambito tecnico – legislativo con specifiche finalità di classificazione, ha quindi limitazioni e finalità di utilizzo molto precise.

Normativa di riferimento: D.Lgs. 152/99

SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua)

Descrizione

L'indice SECA è finalizzato alla classificazione dei corsi d'acqua superficiali sulla base dell'integrazione dei dati derivanti dall'elaborazione dei macrodescriptors e dall'applicazione dell'IBE.

Scopo

E' un indice sintetico per la classificazione dei corsi d'acqua sulla base della definizione dello Stato Ecologico, derivante dall'integrazione di dati chimici, microbiologici e biologici.

Metodo di misura / modalità di applicazione

Il calcolo dell'indice si effettua come previsto dalla normativa di riferimento: il SECA si determina in funzione del livello più basso, raggiunto dal LIM o dall'IBE, e viene espresso in 5 livelli di qualità.

Fonti di riferimento

ANPA, 1999; ARPA Piemonte (sito web)

Note

Si tratta di una metodica formalizzata in ambito tecnico – legislativo con specifiche finalità di classificazione, ha quindi limitazioni e finalità di utilizzo molto precise. Normativa di riferimento: D.Lgs. 152/99

IFF (Indice di Funzionalità Fluviale)

Descrizione

Indice finalizzato alla valutazione dell'integrità ecosistemica dell'ambiente fluviale, con specifico riferimento alla funzionalità. La funzionalità è intesa complessivamente nel senso di capacità filtro ed autodepurativa ma anche di costituzione di habitat fluviali e di efficienza come corridoio ecologico per specie vegetali ed animali.

Scopo

Valutare la funzionalità dell'ambiente fluviale.

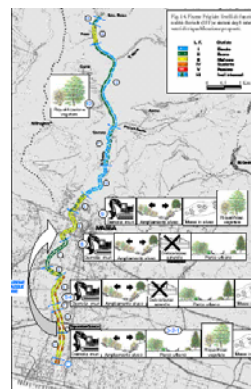
Metodo di misura / modalità di applicazione

Il metodo prevede l'esecuzione di rilievi sul campo, allo scopo di individuare tratti omogenei di corso d'acqua e di compilare una "Scheda di funzionalità fluviale" per ciascuno di essi. La scheda è strutturata in 14 punti / domande che permettono di caratterizzare i vari comparti ecosistemici: territorio circostante, ambiente ripario, morfologia fluviale, comunità acquatiche. Associando a ciascun punto / domanda una delle 4 possibili risposte si giunge ad attribuire a ciascun tratto un valore dell'indice. La metodica permette la classificazione del corso d'acqua in uno dei 5 livelli principali e 4 livelli intermedi di funzionalità definiti.

IFF (Indice di Funzionalità Fluviale)

Vengono presi in esame:

- Stato del territorio circostante
- Vegetazione perifluviale (tipo, ampiezza, continuità)
- Condizioni idriche alveo
- Conformazione rive
- Strutture di ritenzione
- Erosione sponde
- Naturalità sezione
- Substrato
- Raschi, pozze, meandri
- Periphyton / macrofite
- Decomposizione detrito organico
- Comunità macroinvertebrati



VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	blu-verde
201 - 250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	verde-giallo
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	giallo-arancio
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	arancio-rosso
14 - 50	V	pessimo	rosso

IFF (Indice di Funzionalità Fluviale)

Limiti

L'indice non può essere applicato agli ambienti di transizione.

Fonti di riferimento

Siligardi et al., 2000, 2007 (vedi dopo)

Note

Elaborando separatamente i risultati derivanti da gruppi di domande tematicamente riferite ad uno stesso comparto è possibile elaborare il calcolo di sub-indici: sono stati formulati indici specifici per la valutazione della funzionalità della vegetazione riparia e della funzionalità morfologica dell'alveo.



Siligardi et al., 2007 -
Manuale IFF 2007: nuova
versione del metodo
revisionata ed aggiornata.



Nota: tale manuale è stato utilizzato come base di riferimento per le precedenti lezioni in Ecologia Fluviale