

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE RTTP**  
**Curriculum in TUTELA e RIASSETTO DEL TERRITORIO**

**Corso di Tutela del paesaggio agricolo-forestale e riassetto  
idraulico del territorio**

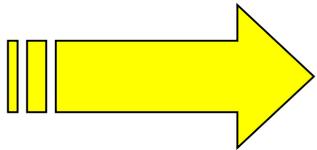
Titolare: Prof. Mario A. Lenzi

**MODULO 2 - INDICI DI NATURALITA', DI FUNZIONALITA'  
FLUVIALE E DI STATO DELLE RIPE**

**L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)**

# Collegamento funzionale tra il fiume ed il suo territorio

La lettura di un fiume non può limitarsi ad una sola delle sue componenti (ad es. l'acqua, i sedimenti), ma deve estendersi all'intero idrosistema, del quale sono parte integrante anche le fasce riparie e le porzioni di territorio circostante che con esso interagiscono più strettamente.



## **Concetto di Continuum Fluviale**

*(river continuum concept)*

## Principali funzioni ecologiche svolte dagli ecotoni ripari:

- Ombreggiamento del corso d'acqua: con risvolti sulla temperatura dell'acqua e di conseguenza dell'ossigeno disciolto, sulla vita dei pesci e sulla presenza di idrofite;
- Protezione delle rive: le specie arboree ed arbustive adattate a questo particolare ambiente (es. ontani, salici) sono dotate di apparati radicali estesi e profondi che svolgono un'efficace azione di consolidamento delle sponde;
- Aumento della diversità ambientale
- Apporto di energia
- Habitat per fauna vertebrata ed invertebrata
- Corridoio ecologico: In ambienti fortemente antropizzati possono rappresentare le uniche vie di spostamento sicuro per la fauna.
- Incremento della biodiversità
- Filtro biologico: una buona fascia riparia è in grado di trattenere ed utilizzare una gran quantità di sali (assimilandoli nei tessuti vegetali), e di favorire la denitrificazione.

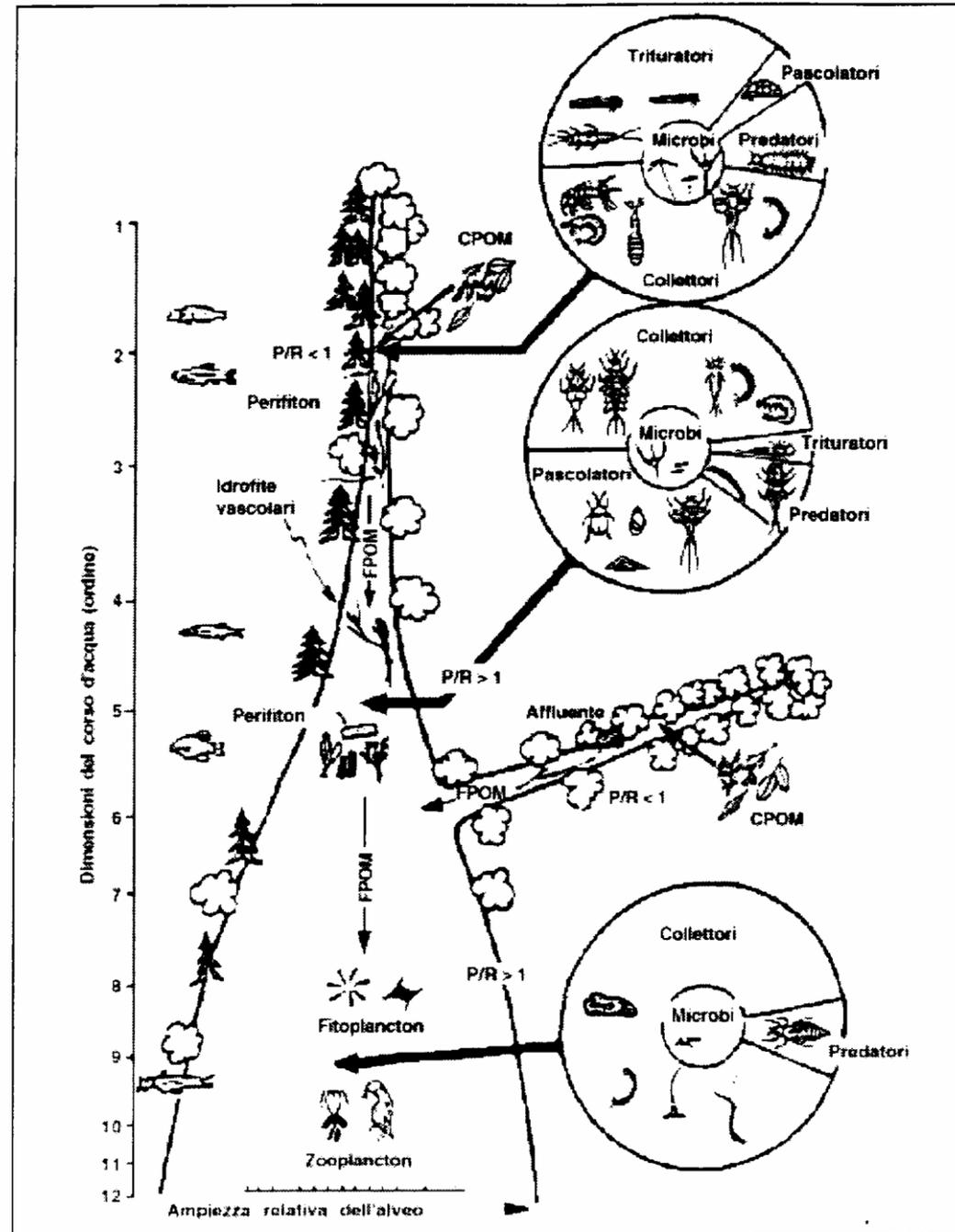
# Continuum Fluviale

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 dalle condizioni geomorfologiche ed idrauliche medie del sistema fisico.

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

Nei corsi d'acqua montani (1°-3° ordine) le comunità biologiche acquatiche sono sostenute dalla grande quantità di detrito organico (foglie, rami) fornito 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 è dominata dai trituratori e dai collettori mentre i pascolatori sono poco rappresentati, riflettendo la limitata disponibilità delle loro risorse alimentari (alghe, muschi, idrofite vascolari).





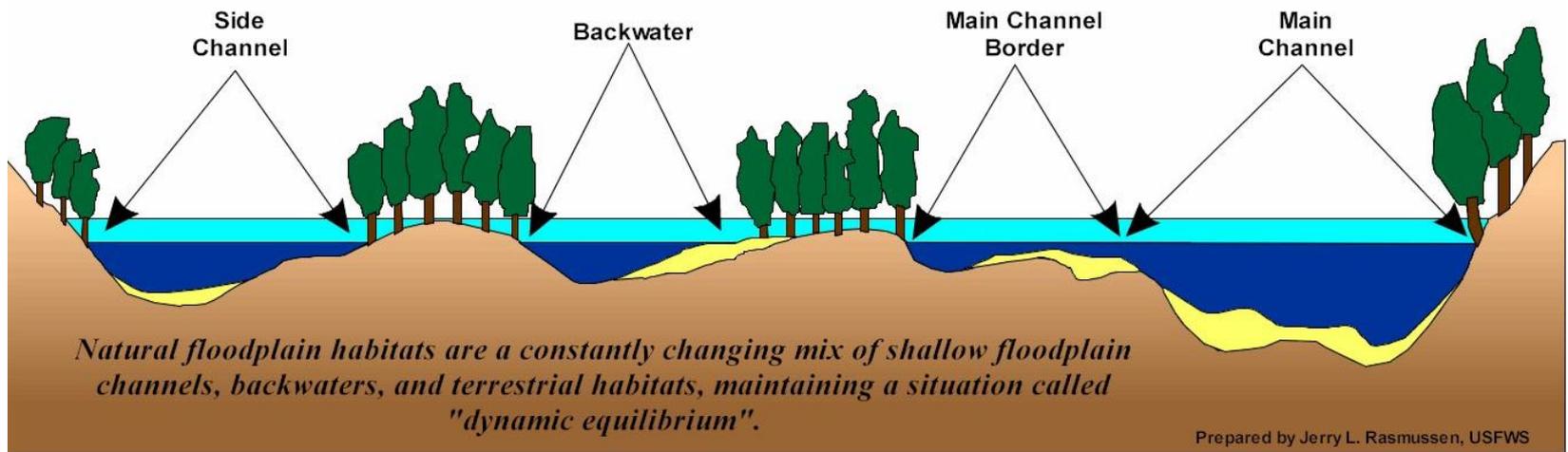
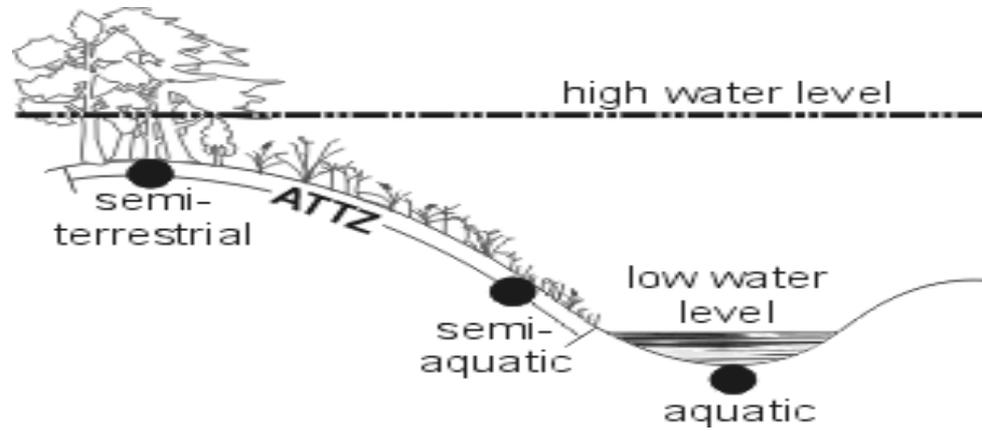




Figure 54-8 A simplified food web.

# Il potere auto-depurante dei fiumi

La **sostanza organica** che raggiunge un corso d'acqua, sia essa di origine naturale (foglie, tronchi, spoglie animali, etc) o antropica (es: liquami fognari), **viene demolita da microrganismi (batteri, funghi) ed i prodotti della mineralizzazione vengono riciclati dai vegetali (microalghe, idrofite).**

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



Questo depuratore naturale (periphyton), supporta fisicamente e biologicamente un secondo sistema depurante, costituito dai **macroinvertebrati**, che funge da acceleratore e regolatore del processo.

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. **Molto efficace è inoltre il ruolo della vegetazione acquatica nell'azione di ciclizzazione dei nutrienti.**

L'efficienza dei tre sistemi depuranti (periphyton, **macroinvertebrati**, **vertebrati**) è, a sua volta, condizionata dall'integrità dell'ambiente terrestre circostante, in particolare **delle fasce di vegetazione riparia**. Questa, 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.

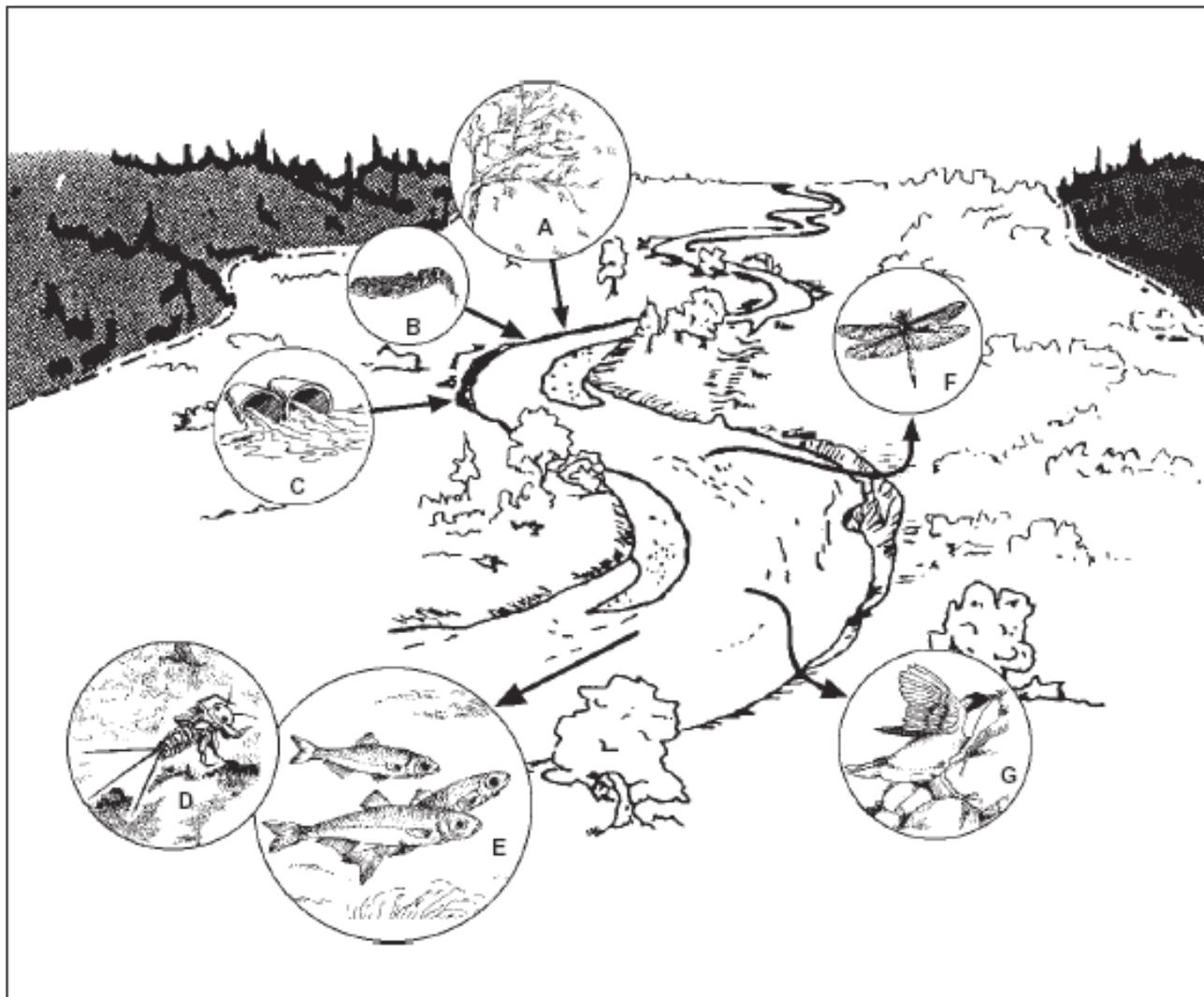


Figura 14: L'essenza del processo autodepurante. I rifiuti organici provenienti dal territorio (A: foglie e frammenti vegetali; B: escrementi e spoglie animali; C: scarichi antropici) raggiunto il fiume vengono assunti dagli organismi acquatici (D: macroinvertebrati; E: pesci, ecc.) e trasformati così in biomassa vivente che, in parte, viene restituita al territorio sotto forma di insetti alati (F), uccelli (G) e altri.

# Indici ed indicatori di naturalità, di stato delle ripe e di funzionalità fluviale

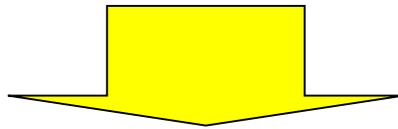
Nel passato l'attenzione dei ricercatori si è focalizzata sulla ricerca di indici chimici, microbiologici e, soprattutto, biologici;

Accanto ai consolidati indici biotici di valutazione della qualità dell'ambiente acquatico come l'**Indice Biotico Esteso** (I.B.E., Ghetti, 1997) - che mantengono la loro piena validità consentendo approfondite valutazioni sullo specifico comparto indagato - si è resa necessaria l'individuazione di metodi di valutazione più olistici e sintetici che, allargando l'orizzonte dell'indagine, tenessero conto di un più ampio ventaglio di elementi ecosistemici e indagassero sull'insieme dei processi coinvolti nelle dinamiche fisiche e biologiche fluviali.

# Cenni storici

- **RCE-I** *Riparian Environmental Inventor* (R.C. Petersen, 1992 - Svezia), applicato in Trentino su 480 tratti.

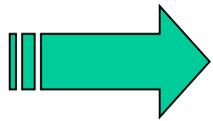
Problemi: necessità di apportare alcune modifiche per adattare la metodologia alle caratteristiche morfologiche dei corsi d'acqua italiani, soprattutto di tipo alpino e prealpino.



- È stato pertanto proposto l' **RCE-2**, con una nuova scheda per la valutazione (Siligardi e Maiolini, 1993).

Problemi: più volte sottoposta a ritocchi e modifiche per adattarla a specifiche tipologie di corsi d'acqua, evidenziava a sua volta una insufficiente calibrazione all'ampio ventaglio di tipologie dei corsi d'acqua italiani.

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) ha riunito nel 1998 un gruppo di lavoro che ha apportato varie modifiche alle domande e alle risposte delle schede, al loro significato e al loro peso, creando nel giugno 2000:



## l'Indice di Funzionalità Fluviale - IFF

Sebbene sia piuttosto recente, l'IFF sta conoscendo un grande momento di applicazione, soprattutto perché soddisfa un'esigenza sentita da molti addetti al monitoraggio, cioè la conoscenza complessiva dell'ambiente fluviale, connessa con la funzione ecosistemica e autodepurativa dei corsi d'acqua.

# IFF

## Indice di Funzionalità Fluviale

Attraverso la descrizione di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema, interpretati alla luce dei principi dell'ecologia fluviale, vengono rilevati la funzione ad essi associata, nonché l'eventuale grado di allontanamento dalla condizione di massima funzionalità.

La lettura critica e integrata delle caratteristiche ambientali consente così di definire un indice globale di funzionalità.

# Obiettivi

- Obiettivo principale:

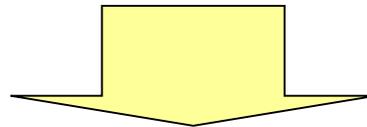
valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa principalmente come capacità di ritenzione e ciclizzazione della sostanza organica fine (Fine Particulate Organic Matter, FPOM) e grossolana (Coarse Particulate Organic Matter, CPOM), come funzione tampone svolta dall'ecotono ripario, come struttura morfologica che garantisce un habitat idoneo per comunità biologiche diversificate.

- Obiettivi secondari:

I risultati dell'applicazione di questo indice consentono una riflessione sui criteri di gestione dei fiumi e del territorio.

# Ambito di applicazione dell'IFF

L'Indice di Funzionalità Fluviale è strutturato per essere applicato a qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di montagna che di pianura: può essere applicato perciò sia a torrenti e fiumi di diverso ordine e grandezza che a rogge, fosse e canali, purché abbiano acque fluenti, sia in ambienti alpini che appenninici, insulari e mediterranei in genere.



Come ogni altro metodo presenta dei *limiti*

# Limiti di applicabilità

Esistono ambienti nei quali il metodo presenta difficoltà applicative dovute alle caratteristiche intrinseche dell'ambiente in esame.

- ambienti di transizione e di foce (dove il cuneo salino e la dipendenza della corrente dall'azione delle maree contribuiscono alla definizione di un ambiente sostanzialmente diverso da quelli dulciacquicoli correnti e perciò non valutabile con questo indice);
- acque ferme (laghi, lagune, stagni, acque relittuali ecc.).

In alcuni casi, quindi, l'applicazione  
del metodo è sconsigliata

Può accadere inoltre che, in corrispondenza di molte testate di bacino, qualora queste si situino al di sopra del limite altitudinale della vegetazione arborea (per quell'area biogeografica), l'applicazione della metodologia conduca

a un'attribuzione di livelli di funzionalità bassi dovuti ad una fisiologica fragilità ecologico-funzionale determinata, dalle condizioni oligotrofiche che caratterizzano questi tratti.



# Competenze degli operatori

Prerequisito essenziale dell'operatore che intende applicare l'IFF è un'adeguata conoscenza dell'ecologia fluviale e delle dinamiche funzionali ad essa correlate.

Infatti, sebbene la scheda IFF permetta di rilevare oggettivamente le caratteristiche fluviali in esame, la sua compilazione richiede una lettura critica dell'ambiente e una forte capacità di riflessione sulle informazioni ricavate. Una compilazione superficiale, quasi meccanica, della scheda può produrre giudizi errati e molto lontani dalla corretta valutazione della funzionalità.

È comunque necessario operare, almeno nella fase di prima applicazione dell'indice, sotto la guida di personale esperto o seguire appositi corsi di formazione.

# Periodo di rilevamento

Il periodo di rilevamento consigliato per un'applicazione corretta dell'Indice di Funzionalità Fluviale è quello compreso fra il regime idrologico di morbida e di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa.

# Indagini Preliminari

Informazioni da raccogliere preliminarmente all'applicazione dell'Indice:

- regime idrologico;
- climatologia della zona;
- utilizzo del territorio circostante;
- fauna;
- flora;
- morfologia fluviale;
- componente vegetazionale delle rive.

# Struttura della scheda IFF

L'IFF è costituito da una serie di **14 domande**, raggruppabili in 4 gruppi funzionali:

- 1-** *condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua* (domande 1-4);
- 2-** *ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive* (domande 5 e 6);
- 3-** *struttura dell'alveo* (domande 7-11);
- 4-** *caratteristiche biologiche* (domande 12-14).

# Scheda di rilevamento. 1° gruppo funzionale: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante

## 1) - Stato del territorio circostante

	sponda	Sx	Dx
•Coperto da foreste e boschi		25	25
•Prati, pascoli, boschi, pochi arativi ed incolti		20	20
•Colture stagionali in prevalenza e/o arativi misti e/o colture permanenti		5	5
•Aree urbanizzate		1	1

## 2) - Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria

•Presenza di formazioni arboree riparie		30	30
•Presenza formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto		25	25
•Presenza di formazioni arboree non riparie		10	10
•Costituita da specie arbustive non riparie o erbacea o assente		1	1

## 2bis) - Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria (muri)

•Presenza di formazioni arboree riparie		20	20
•Presenza di formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto		15	15
•Presenza di formazioni arboree non riparie		5	5
•Costituita da specie arbustive non riparie o erbacea o assente		1	1

## 3) - Ampiezza della fascia di vegetazione perifluviale

•Fascia di vegetazione perifluviale > 30 m		20	20
•Fascia di vegetazione perifluviale 5-30 m		15	15
•Fascia di vegetazione perifluviale 1-5 m		5	5
•Fascia di vegetazione perifluviale assente		1	1

## 4) - Continuità della fascia di vegetazione perifluviale

•Fascia di vegetazione perifluviale senza interruzioni		20	20
•Fascia di vegetazione perifluviale con interruzioni		10	10
•Interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata		5	5
•Suolo nudo o vegetazione erbacea rada		1	1

# Scheda di rilevamento. 2° gruppo funzionale: ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive

## 5) - Condizioni idriche dell'alveo

	sponda	Sx	Dx
Larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato		20	
•Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata a ritorno frequente		15	
•Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata a ritorno stagionale		5	
•Alveo bagnato inesistente o quasi o presenza di impermeabilizzazioni della sezione trasversale		1	

## 6) - Conformazione delle rive

•Rive trattenute da radici arboree e/o massi		25	25
•Rive trattenute da erbe e arbusti e/o con interventi di rinaturalizzazione		15	15
•Rive trattenute da un sottile strato erboso o scogliera non trattenuta		5	5
•Rive nude e/o con interventi artificiali		1	1

# Scheda di rilevamento. 3° gruppo funzionale

## struttura dell'alveo

### 7) - Strutture di ritenzione degli apporti trofici (solo alveo bagnato)

•Alveo con grossi massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati o fasce di cann.	25
•Massi e/o rami presenti con deposito di sedimento o canneto o idrofite rade	15
•Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene o assenza di canneto o idrofite	5
•Alveo di sedimenti sabbiosi e/o ghiaiosi privo di alghe o sagomature artificiali	1
•lisce a corrente uniforme	

### 8) - Erosione delle rive

•Nessuna o poco evidenti	20	20
•Erosioni solamente nelle curve e/o nelle strettoie	15	15
•Erosioni frequenti con scavo delle rive e delle radici	5	5
•Erosione molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1	1

### 9) - Naturalità della sezione trasversale

•Sezione naturale	15
•Naturale con lievi interventi artificiali	10
•Artificiale con qualche elemento naturale	5
•Sezione artificiale	1

### 10) - Fondo dell'alveo

•Irregolare, stabile e diversificato	25
•A tratti mobile e con poco sedimento	15
•Facilmente mobile	5
•Artificiale o cementificato	1

### 11) - Raschi, pozze e meandri

•Ben distinti ricorrenti; rapporto tra distanza di raschi (o meandri) e larghezza dell'alveo bagnato pari a 5-7:1	25
•Presenti a distanze diverse e con successione irregolare (7-15:1)	20
•Lunghe pozze che separano corti raschi o viceversa, pochi meandri (15-25:1)	10
•Meandri, raschi e pozze assenti, percorso raddrizzato (>25:1)	1

# Scheda di rilevamento. 4° gruppo funzionale caratteristiche biologiche

## 12) - Vegetazione in alveo bagnato in acque a flusso turbolento

- Assente o costituita da gruppi di idrofite con copertura complessiva <10% 15
- Costituita da idrofite con copert. complessiva tra 10 e 35%, feltro perifitico visibile 10
- Costituita da idrofite con copertura complessiva >35%, feltro perifitico discreto 5
- Costituita esclusivamente da alghe filamentose, feltro perifitico spesso 1

## 12bis) - Vegetazione in alveo bagnato in acque a flusso laminare

- Periphyton scarso: copertura di idrofite <5% 15
- Periphyton visibile: copertura di idrofite <35% 10
- Periphyton discreto: alghe filamentose; copertura di idrofite >35% 5
- Periphyton spesso e/o idrofite assenti o solo alghe filamentose 1

## 13) - Detrito

- Composto da frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi 15
- Composto da frammenti vegetali fibrosi e polposi 10
- Composto da frammenti polposi 5
- Detrito anaerobico 1

## 14) - Comunità macrobentonica

- Ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale 20
- Sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto a quanto atteso 10
- Poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti l'inquinamento 5
- Assenza di una comunità strutturata, presenza di pochi taxa tutti piuttosto tolleranti l'inquinamento. 1

## Livelli di funzionalità e relativo giudizio: colori di riferimento

Il punteggio dell'IFF complessivo (valore minimo di 14 e massimo 300), viene tradotto in cinque livelli di funzionalità (I indica la situazione migliore e V la peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità, individuati cartograficamente da colori convenzionali.

<i>VALORE DI IFF</i>	<i>LIVELLO DI FUNZIONALITA'</i>	<i>GIUDIZIO DI FUNZIONALITA'</i>	<i>Colore</i>
261-300	<b>I</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>BLU</b>
251-260	<b>I-II</b>	<b>ELEVATO-BUONO</b>	<b>BLU-VERDE</b>
201-250	<b>II</b>	<b>BUONO</b>	<b>VERDE</b>
181-200	<b>II-III</b>	<b>BUONO-MEDIOCRE</b>	<b>VERDE-GIALLO</b>
121-180	<b>III</b>	<b>MEDIOCRE</b>	<b>GIALLO</b>
101-120	<b>III-IV</b>	<b>MEDIOCRE-SCADENTE</b>	<b>GIALLO-ARANCIO</b>
61-100	<b>IV</b>	<b>SCADENTE</b>	<b>ARANCIO</b>
51-60	<b>IV-V</b>	<b>SCADENTE-PESSIMO</b>	<b>ARANCIO-ROSSO</b>
14-50	<b>V</b>	<b>PESSIMO</b>	<b>ROSSO</b>

# Uso degli indicatori biologici

## Comunità macrobentonica

Tricotteri (fam. *Limnephilidae*): buoni indicatori inquinamento

Efemerotteri (fam. *Heptageniidae*): ottimi indicatori inquinamento

Efemerotteri (fam. *Baetidae*): buoni indicatori inquinamento

Plecotteri: ottimi indicatori inquinamento

Gasteropodi (fam. *Ancylidae*): buoni (inq. chimico, pH, metalli pesanti)

Irudinei (fam. *Erpobdellidae*): resistono molto all'inquinamento organico



Efemerottero  
Heptageniidae



Efemerotteri Baetidae

# Inquinamento

Componenti inquinanti principali: sostanze organiche ed inorganiche ad effetto fertilizzante, di origine civile, industriale e agricola.

- **Sostanza organica** → maggiore richiesta di ossigeno per comunità batteriche che la decompongono → deossigenazione delle acque → **asfissia**.
- **Sostanze fertilizzanti (N e P)** → abnorme produzione di biomassa algale (eutrofizzazione) → innesco di fenomeni di anossia dell'acqua per decomporre le alghe → elevato sviluppo di microrganismi saprofiti che consumano la maggior parte dell'ossigeno dell'acqua.

# Concludendo:

## INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)

*pratico ed efficace strumento della pianificazione dell'utilizzo delle risorse idriche e del riassetto idraulico del territorio*

adottabile su scala regionale, in virtù dei tempi e delle risorse economiche ed umane richieste per la sua applicazione.

pur non richiedendo strumenti sofisticati per la sua applicazione, necessita irrinunciabilmente della **competenza degli operatori**.

Occorre essere consapevoli dei **limiti** del metodo stesso:

- non studia il popolamento ittico
- non rileva l'avifauna
- non è applicabile negli ambienti di transizione (laghi, fiumi allo sbocco in mare)