

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**

**I macroinvertebrati bentonici e
l'Indice Biotico Esteso (IBE)**

Testo tratto da:

P.F. Ghetti (2001) Manuale di Applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.),
Provincia Autonoma di Trento, 222 pp.

Cosa sono i macroinvertebrati ?

Gli invertebrati che vivono nelle acque correnti vengono suddivisi per ragioni pratiche in **micro e macroinvertebrati**.

I **microinvertebrati** raramente superano il millimetro di lunghezza e ad essi appartengono prevalentemente Protozoi, Cnidari, Rotiferi, Nematodi, Tardigradi, Gastrotrichi, Idracarini, Ostracodi. In questo gruppo sono compresi anche taxa che possono avere specie superiori al millimetro ma che tuttavia richiedono tecniche particolari di campionamento (Idracarini, Nematodi, Briozoi, Poriferi).

I **macroinvertebrati** sono invece degli organismi la cui taglia (alla fine dello sviluppo larvale o dello stadio immaginale) è **raramente inferiore al millimetro**. Si tratta quindi di organismi facilmente visibili ed osservabili ad occhio nudo. Ad essi appartengono i seguenti gruppi: Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Tricladi, Oligocheti, oltre ai più rari Nemertini e Nematomorfi.

Gli invertebrati delle acque correnti sono animali che vivono almeno una parte della loro vita sui **substrati** disponibili (sedimento del fondo e delle sponde, piante acquatiche, alghe, detrito legnoso, oggetti sommersi) usando meccanismi di adattamento per resistere alla corrente. Si tratta quindi di organismi prevalentemente **bentonici**. Più raramente nelle acque correnti si trovano animali planctonici (Cladoceri, Copepodi, Rotiferi). Gli invertebrati bentonici si possono suddividere in epibentonici e freaticoli, a seconda che vivano sulla superficie del substrato od all'interno degli strati di sedimento dell'alveo (ambiente iporeico).



Mollusco bivalve



Dittero chironomide



Oligocheti



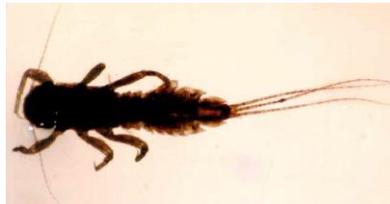
Plecottero



Coleottero



Crostaceo



Efemerottero



Tricottero



Mollusco gasteropode

Fattori influenzanti le comunità di M.I.

Substrato. Uno dei fattori più importanti !!!

Profondità dell'acqua. Influenza luce, temperatura, ossigeno disciolto.

Velocità e turbolenza della corrente. Determinanti per l'ossigeno disciolto.

Temperatura dell'acqua. Importante la temperatura massima del periodo più caldo, determinante per la solubilità dell'ossigeno.

Torbidità e solidi sospesi.

Durezza delle acque. Influenza lo sviluppo della flora macrofita e quindi le comunità di M.I.

Ossigeno disciolto. Importante per molti organismi. I M.I. tipici dei substrati a prevalente erosione (sedimento grossolano, corsi d'acqua ad elevata pendenza) sono i più sensibili a deficit di O_2 .

Nutrienti. Influenza il grado di trofia (e quindi la produttività primaria), con conseguenze sullo stato di ossigenazione.

Sostanze organiche ed inorganiche (inquinamento organico e da metalli pesanti)

Alimentazione e biologia dei M.I

I M.I. occupano praticamente tutti i livelli dei consumatori nella struttura trofica degli ambienti di acque correnti. L'alimento dei predatori (carnivori) può essere costituito da animali vivi (di solito altri invertebrati), mentre per gli erbivori (i cosiddetti M.I. "raschiatori") da vegetali quali micro e macrofite. Fra questi gruppi vi è un'ampia gamma di macroinvertebrati detritivori (organismi tagliuzzatori e raccoglitori) che si nutre di detrito organico (in gran parte di origine vegetale, ma spesso mescolato ad elementi fini minerali).

Numerose specie di insetti hanno una sola generazione per anno (univoltini) e si rinvengono in acqua solo in determinati periodi. La loro taglia aumenta durante il periodo in cui essi sono presenti. Molti efemerotteri, plecoteri e vari ditteri sono univoltini, mentre la maggior parte dei tricoteri è presente per lunghi periodi, ma anche senza la sovrapposizione di generazioni. Popolazioni con più di una generazione per anno sono relativamente rare anche se fra di esse vi sono componenti importanti delle biocenosi quali ditteri chironomidi e simuliidi ed il genere *Baetis* degli efemerotteri. **Vi sono anche molte specie che presentano cicli di durata superiore all'anno (irudinei, insetti e molluschi).**

I M.I. hanno sviluppato una serie di adattamenti per resistere alla corrente, quali appiattimento del corpo e forma idrodinamica, ventose, uncini, secrezioni filamentose, zavorre. La colonizzazione di nuovi tratti avviene tramite deriva (*drift*) verso valle o con i voli degli adulti per l'ovodeposizione verso monte.

Perché usare i M.I. per la valutazione della qualità biologica delle acque correnti ?

- Sono ubiquitari, abbondanti e relativamente facili da campionare
- Sono relativamente facili da identificare in confronto ai microorganismi (almeno a livello di famiglia e genere)
- Hanno una durata di vita abbastanza lunga (mesi, anni) e sono quindi in grado di registrare in modo integrato la qualità dell'ambiente
- Sono relativamente “sedentari” e quindi rappresentativi delle condizioni locali
- Sono composti di rappresentanti di differenti phyla e livelli trofici, con sensibilità diversa all'inquinamento
- Rispondono adeguatamente a differenti tipi di impatti

Effetti delle attività umane sulle comunità dei macroinvertebrati

Gli effetti più marcati sulla struttura e distribuzione naturale delle comunità di macroinvertebrati riguardano alterazioni:

- della morfologia degli alvei
- del regime idrologico
- della qualità fisico-chimica delle acque e dei sedimenti (inquinamenti)

Morfologia degli alvei

Dighe e sbarramenti trasformano degli ambienti lotici in ambienti lentic, con modificazioni sui sedimenti, tiranti idrici, termica e chimismo delle acque.

Regime idrologico

Le regimazioni tendono a regolarizzare il deflusso idrico, modulando in genere le piene e le magre. Si possono verificare accumuli di sedimenti lateralmente all'alveo. I trasferimenti di acque da un bacino all'altro possono avere effetti sia positivi (diluizione) che negativi (acque di differente qualità). **Le conseguenze più gravi derivano da trasferimenti intermittenti che creano brusche modificazioni nella qualità dell'acqua del corpo ricevente.**

Inquinamenti

Termico (sversamenti di acque calde): le diatomee sono rimpiazzate dalle alghe verdi e verdi-azzurre. Processi di demolizione accelerati con forte richiesta di O₂. Diminuisce la solubilità dell'O₂. Altera i cicli degli insetti (es. sfarfallamenti anticipati)

Solidi sospesi: la natura dei solidi prevale sulla concentrazione

Tensioattivi: tossici su piante, invertebrati e pesci. Riducono l'aerazione delle acque, danneggiano gli insetti che vivono nell'interfaccia aria-acqua.

Deficit O₂: colpisce le specie che richiedono alta concentrazione di O₂ disciolto (vedi sostanze organiche).

Sostanze tossiche: riduce il numero di specie e spesso il numero di individui. La comunità subisce passivamente e la riduzione della concentrazione di inquinante deriva solo da processi di diluizione, accumulo o per reazioni chimiche. **Rallenta il tasso di autodepurazione. Una contaminazione con insetticidi comporta una scomparsa degli artropodi (tra cui gli insetti), con sopravvivenza di oligocheti, irudinei, tricladi e molluschi. Alcuni plecoteri sembrano resistenti a sostanze tossiche.**

Sostanze organiche: la comunità partecipa attivamente al processo di demolizione. Aumentano le popolazioni di decompositori, di conseguenza aumenta la domanda di O₂ con riduzione della concentrazione di O₂ disciolto. **I M.I. mostrano diversi gradi di tolleranza alla mancanza di ossigeno. Plecoteri ed efemerotteri sono ai livelli più alti di esigenza, mentre ad esempio *Asellus aquaticus* (crostacei), *Chironomus thummi* (ditteri), *Dina* spp. (Irudinei) ed i Tubificidi (oligocheti) sono molto tolleranti.**

L' Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

Scopo: formulare diagnosi della qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisiche dell'alveo bagnato

Origine: Deriva dal Trent Biotic Index (Woodiwiss, 1964) aggiornato come Extended Biotic Index (Woodiwiss, 1964) e adattato per una applicazione standardizzata ai corsi d'acqua italiani (Ghetti, Bonazzi, 1981; Ghetti, 1986; 1995)

Comunità da analizzare: questo indice si basa sull'analisi della struttura delle comunità di macroinvertebrati che colonizzano le differenti tipologie fluviali. I taxa considerati ed il livello di determinazione tassonomica sono specificati nelle apposite tabelle.

Caratteristiche: L'indice rileva lo stato di qualità di un determinato tratto di corso d'acqua integrando nel tempo gli effetti di differenti cause di turbativa (fisiche, chimiche, biologiche). Questo indice è quindi dotato di una buona capacità di sintesi. Al contempo, esso non consente di quantificare e risalire ai vari fattori che hanno indotto queste modificazioni (bassa capacità analitica). Nel monitoraggio della qualità delle acque, esso deve considerarsi un metodo "complementare" al controllo chimico e fisico per gli usi relativi alle attività umane. E' invece centrale per la definizione della qualità in termini di protezione della vita acquatica.

A cosa serve l' IBE

- Diagnosi dello stato di qualità di un reticolo idrografico (comune, provincia) nell'ambito di piani di risanamento
- Controllo periodico di alcune sezioni di un corso d'acqua nell'ambito di un piano di monitoraggio della qualità
- Individuazione di scarichi abusivi
- Valutazione dell'impatto di scarichi puntiformi e verifica delle capacità autodepurative del corso d'acqua
- Valutazione dell'impatto di opere idrauliche e di interventi che modificano la morfologia degli alvei
- Indagini di corredo per l'elaborazione di carte ittiche

Principi generali su cui si fonda il calcolo dell'indice

Il metodo si fonda concettualmente su di un confronto tra la composizione di una comunità “attesa” e la composizione della comunità “presente” in un determinato tratto di fiume

I valori decrescenti dell'indice vanno intesi come un progressivo allontanamento da una condizione “ottimale”, definita dalla composizione della comunità che, in condizioni di buona efficienza dell'ecosistema, dovrebbe colonizzare quella determinata tipologia fluviale. La composizione attesa varia a seconda della tipologia fluviale considerata. Le principali biotipologie di riferimento, al livello tassonomico richiesto dall'indice, si possono ricondurre ad un numero limitato di modelli.

Il metodo prevede l'utilizzo di una tabella a 2 entrate. La definizione del valore dell'indice si fonda su due tipi di indicatori: la presenza dei taxa più esigenti in termini di qualità e la ricchezza totale in taxa della comunità. La tabella è stata tarata per consentire il calcolo dell'indice in modo comparabile su differenti tipologie di acque correnti.

GRUPPI FAUNISTICI	LIVELLI DI DETERMINAZIONE TASSONOMICA PER LA DEFINIZIONE DELLE "UNITÀ SISTEMATICHE"
PLECOTTERI	Genere
TRICOTTERI	Famiglia
EFEMEROTTERI	Genere
COLEOTTERI	Famiglia
ODONATI	Genere
DITTERI	Famiglia
ETEROTTERI	Famiglia
CROSTACEI	Famiglia
GASTEROPODI	Famiglia
BIVALVI	Famiglia
TRICLADI	Genere
IRUDINEI	Genere
OLIGOCHETI	Famiglia
Altri gruppi più rari	
MEGALOTTERI	Famiglia
PLANIPENNI	Famiglia
NEMATOMORFI	Famiglia
NEMERTINI	Genere

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
(primo ingresso)		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecotteri presenti (<i>Leuctra</i> [°])	Più di una sola U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri presenti (tranne fam. Baetidae, Caenidae ^{°°})	Più di una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	Una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti (ed inoltre fam. Baetidae, Caenidae)	Più di una sola U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
	Una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi, Atidi e Palemonidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti e Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono esserci organismi a respirazione aerea	0	1	-	-	-	-	-	-	-

[°]: nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di plecoteri e sono contemporaneamente assenti gli efemerotteri (tranne BAETIDAE e CAENIDAE), *Leuctra* deve essere considerata a livello dei tricoteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella;

^{°°}: nelle comunità in cui sono assenti i plecoteri (tranne eventualmente *Leuctra*) e fra gli efemerotteri sono presenti solo BAETIDAE e CAENIDAE l'ingresso orizzontale avviene a livello dei tricoteri;

-: giudizio dubbio per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift, erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'I.B.E. (se acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, zone salmastre);

*: questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane. Si tratta in genere di ambienti ad elevata diversità ma occorre evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa).

Classi qualità	Valore I.B.E.	Giudizio	Colore riferimento
Classe I	10-11-12	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	Azzurro
Classe II	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento o dell'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 fortemente inquinato e fortemente alterato	Rosso

Ambienti in cui è possibile applicare l'indice

Può essere applicato in tutti gli ambienti di acque dolci correnti e stabilmente colonizzati in cui il valore di indice “atteso” risulti maggiore o uguale a 10. Possono esistere anche alcuni rari casi per cui naturalmente questo valore è inferiore a 10: tratti prossimi a sorgenti oligotrofiche, acque di nevaio, ambienti di foce con risalita del cuneo salino, ambienti con acque ferme per lunghi periodi, tratti non completamente colonizzati dopo asciutte o piene rovinose.

Il campionamento non dovrebbe essere eseguito nel periodo immediatamente successivo ad una asciutta (dopo 20-30 gg) o ad una forte piena (dopo 7-10 gg). Il problema del tempo di ricolonizzazione riveste una particolare importanza nelle fiumare del sud Italia e delle isole.

I tratti di pianura dei grandi fiumi e i grandi canali artificiali sono a volte difficili da campionare correttamente per l'elevato tirante idrico, la dispersione su ampi spazi dei microhabitat e le differenze tra sponda e sponda.

Il campionamento non dovrebbe essere eseguito immediatamente a valle dell'immissione di uno scarico o di un affluente, ma deve essere rispettata una distanza che garantisca il completo mescolamento dei due corpi idrici.

Protocollo di applicazione dell'IBE

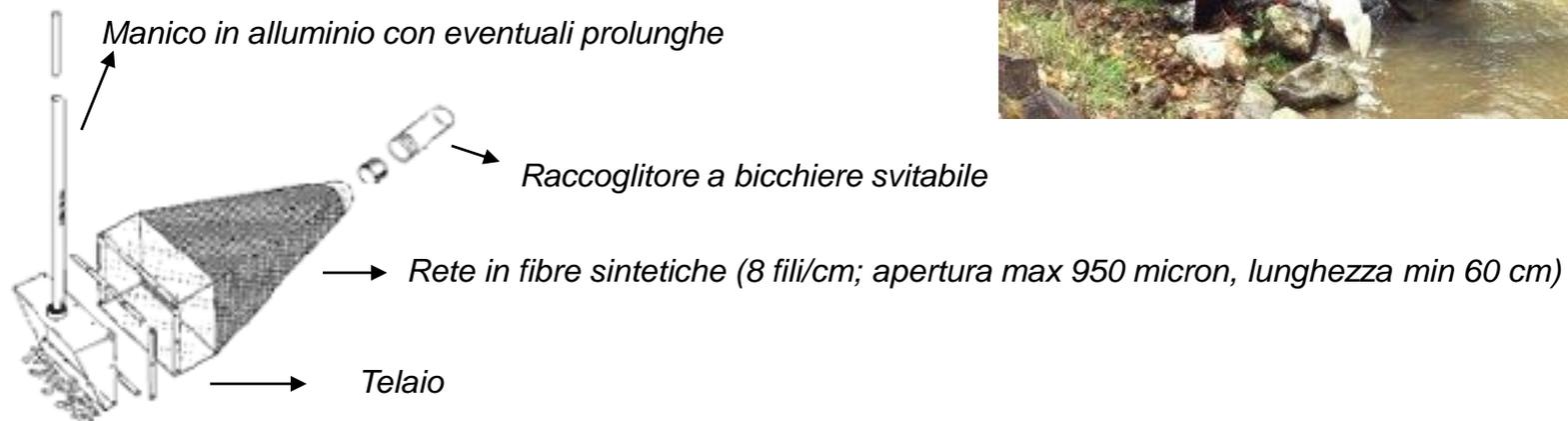
Le attività per l'applicazione dell'indice possono essere raggruppate in 3 fasi:

- FASE 1 “a tavolino”: definizione degli obiettivi, indagini preparatorie, allestimento del materiale necessario;
- FASE 2 “di campo”: campionamento, separazione, compilazione in campo della scheda di rilevamento;
- FASE 3 “in laboratorio”: controllo della classificazione dei taxa, compilazione del verbale definitivo di analisi, stesura della relazione a commento dei risultati, redazione delle carte di qualità.

FASE 1

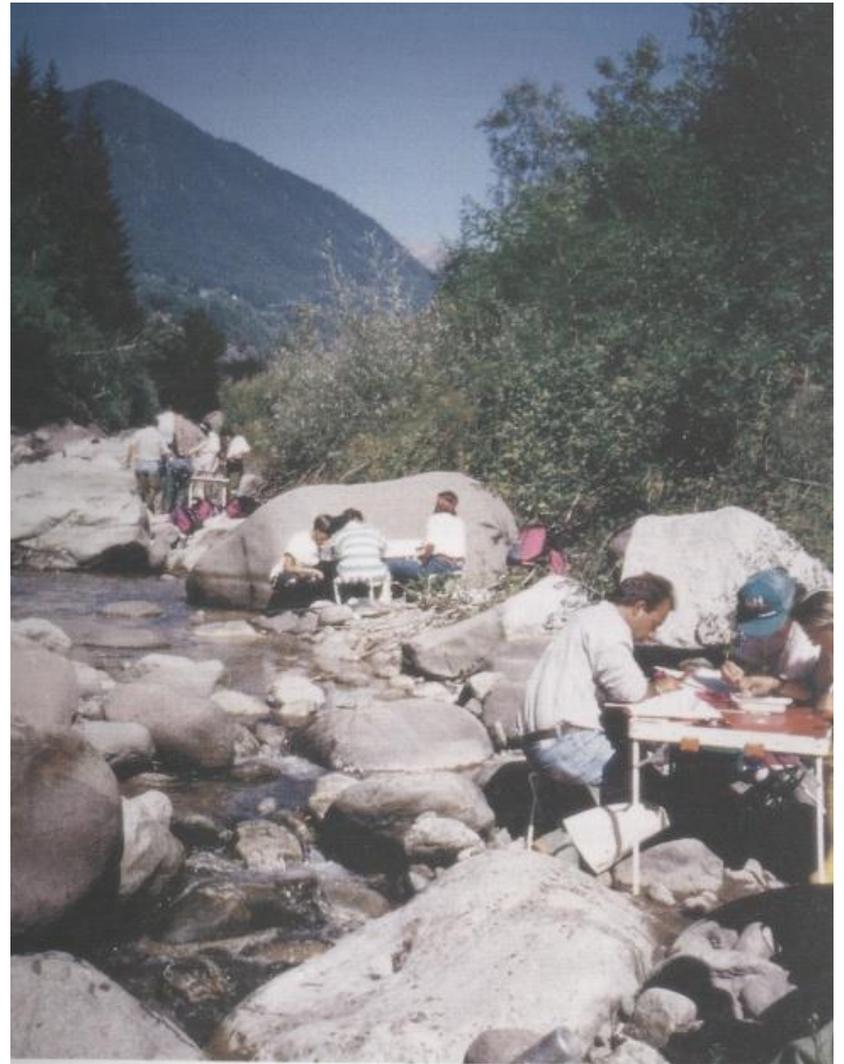
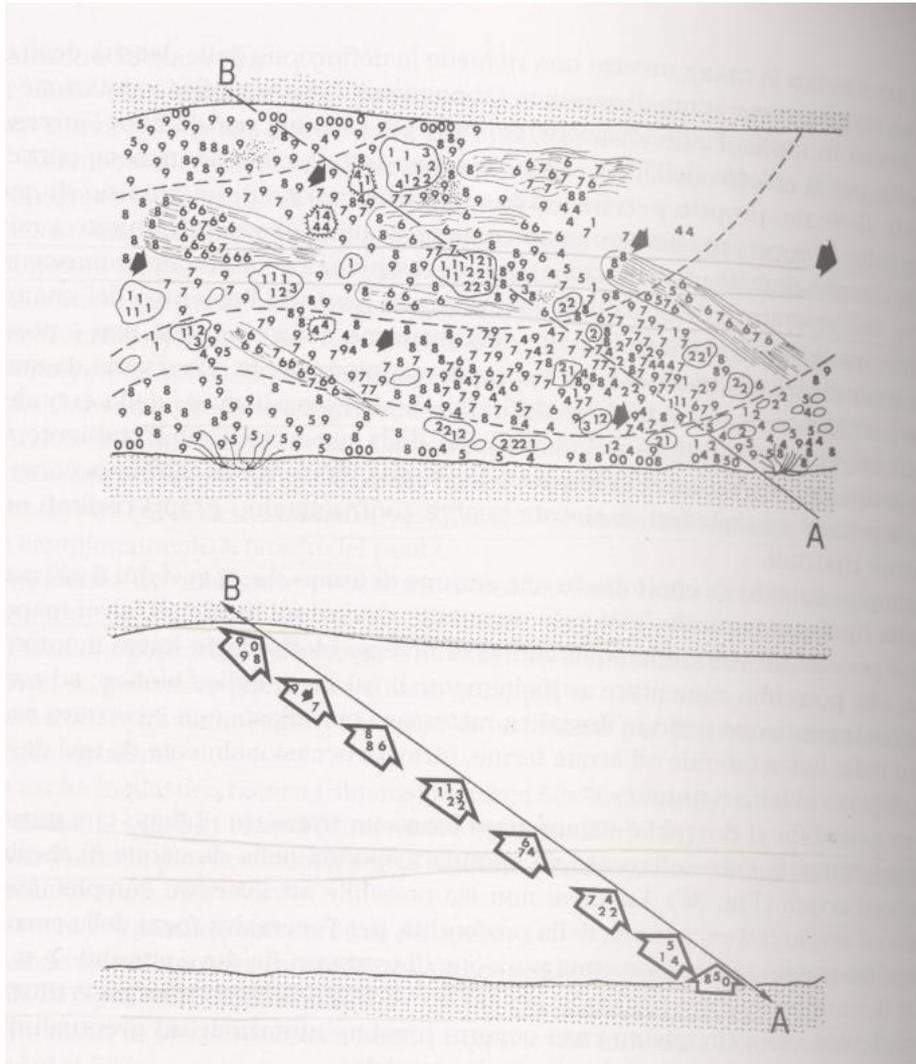
- Organizzazione gruppo di lavoro (min 2 persone)
- Predisposizione cartografia del reticolo idrografico (min 1:25.000)
- Raccolta informazioni per definire le stazioni di campionamento (catasto scarichi, centri abitati, manufatti idraulici)
- Posizionamento in cartografia delle stazioni di campionamento
- Sopralluogo per verificare accessibilità delle stazioni
- Compilazione elenco definitivo stazioni di campionamento, loro codifica e descrizione per il loro raggiungimento
- Allestimento materiale per la fase 2 di campo:
 - *2 retini immanicati con prolunga e raccoglitori di riserva*
 - *Stivali da pescatore*
 - *Tavolino da campeggio con sedie*
 - *Vasche e vaschette in plastica bianca di varie dimensioni*
 - *1 secchio di plastica*
 - *Pinze da entomologo morbide con punte sottili*
 - *Contenitori in plastica con tappo ermetico da 100cc*
 - *Alcool (non denaturato) al 70%*
 - *Etichette autoadesive*
 - *Guanti in gomma antiinfortunistica*
 - *Lenti d'ingrandimento*
 - *Schede per il rilevamento di campo, matite e gomme da cancellare*
 - *Chiavi di classificazione dei M.I. e manuale IBE*
 - *Macchina fotografica per documentare la stazione*

Il retino immanicato (adatto per campionamenti qualitativi)



FASE 2

- Corretto campionamento (ovvero capace di cogliere la *reale* composizione della comunità di M.I. in termini di ricchezza di taxa)
 - *Il campionamento va condotto in una sezione di fiume quanto più naturale possibile (evitando manufatti, deviazioni artificiali, alvei manomessi);*
 - *E' necessario evitare la sommatoria di diverse biotipologie che potrebbero aumentare artificialmente il valore dell'indice*
 - *Dove possibile, campionare lungo un transetto obliquo da sponda a sponda verso monte, in modo da comprendere tutti i microhabitat presenti*
 - *In presenza di più alvei, evitare di campionare in quelli di più recente colonizzazione*
 - *Il retino va posizionato ben appoggiato sul fondo, scavando leggermente, smuovendo e strofinando energicamente il sedimento subito a monte di esso*
- Separazione, classificazione e prima diagnosi
 - *Il contenuto del raccoglitore viene versato in una bacinella grande*
 - *Gli organismi vengono separati dal detrito e posti in vaschette più piccole*
 - *Si classificano i taxa, registrandoli nella scheda*
 - *Si calcola in via preliminare il valore dell'indice*
 - *Si effettua un ulteriore campionamento in caso di dubbi od incongruenze*
 - *Gli organismi vengono riposti nel recipiente riempito di alcool 70%*
- Compilazione scheda di campo



FASE 3

- Ricontrollo in laboratorio degli organismi per una classificazione definitiva con l'uso di strumenti ottici (stereoscopio e microscopio ottico) e guide tassonomiche adeguate
- Stesura scheda definitiva con analisi critica della struttura della comunità
- Assegnazione valore definitivo dell'IBE
- Conservazione dei M.I. per eventuali verifiche successive

IN AGGIUNTA:

Le diagnosi formulate sulla base dell'IBE vanno, se possibile, confrontate con i giudizi espressi mediante controlli chimici-fisici e microbiologici, i quali rilevano nell' *acqua campionata* la presenza di specifici fattori di inquinamento.

Infine, i valori di IBE vanno ad *integrarsi* con quelli derivanti dall'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), al quale può direttamente contribuire per quanto riguarda la domanda 14.