

MACROINVERTEBRATI BENTONICI

Introduzione

Per convenzione, il termine “macroinvertebrati” fa riferimento alla fauna a invertebrati acquatici trattenuta da una rete o setaccio con apertura di maglia pari a 500 µm. I macroinvertebrati sono quasi ubiquitari nelle acque correnti di tutto il mondo. Solo gli ambienti lotici nelle condizioni più estreme, a regime fortemente temporaneo o quelli gravemente inquinati non presentano nessuno dei rappresentanti di questo gruppo di organismi. Solitamente sia i fiumi sia i corsi d’acqua più piccoli ospitano una grande varietà di macroinvertebrati, con comunità formate da diverse centinaia di specie appartenenti a numerosi phyla comprendenti artropodi (Insetti, Aracnidi e Crostacei), molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), anellidi (Oligocheti e Irudinei), nematodi e plattelminti. La maggior parte delle specie di macroinvertebrati di ambienti lotici sono bentoniche, quindi associate alle superfici del fondo (come massi, sassi o sedimento) o altre superfici stabili (come legni, radici o vegetazione acquatica). Alcuni degli insetti nuotatori tipici delle acque ferme (Eterotteri, Coleotteri) possono comunque essere rinvenuti nelle zone a carattere più lenticale dei corsi d’acqua, come le pozze dei torrenti. Su larga scala, la struttura delle comunità di macroinvertebrati cambia passando dalle sorgenti ai tratti iniziali, al medio corso ed ai tratti potamali. Ciò avviene in risposta ai cambiamenti nella struttura e nel funzionamento degli ecosistemi lotici in cui essi vivono, influenzati da processi idrologici, disponibilità trofiche, dinamica dei nutrienti, vegetazione riparia e diversi altri fattori, tutti caratterizzati dal fatto di cambiare lungo un profilo longitudinale del corso d’acqua.

Macroinvertebrati come indicatori biologici di qualità ambientale

L’uso di organismi acquatici per valutare la qualità dell’acqua è un approccio che ha ormai raggiunto i cento anni di impiego. Ciononostante, fino agli anni ’70 in America e addirittura fino alla fine del secolo passato in Europa, i programmi di monitoraggio degli ambienti acquatici si sono basati esclusivamente sugli elementi chimici e fisici. Ma mentre questi ultimi sono solamente in grado di fornire un’istantanea dell’ambiente nel momento in cui viene raccolto il campione, il monitoraggio biologico fornisce informazioni sia sulla condizione presente sia sul passato, dando una misura integrata sia nello spazio sia nel tempo della salute dell’ecosistema.

Tra tutti gli organismi che sono stati presi in considerazione per l’applicazione nel monitoraggio biologico, i macroinvertebrati bentonici sono quelli più spesso utilizzati. Questo utilizzo preferenziale è legato ai numerosi vantaggi che questi rappresentanti del biota dulciacquicolo offrono come indicatori biologici. Tra questi:

- Ubiquitarità, che ne permette l’utilizzo in tutti i tipi di corpi idrici e habitat;
- Gran numero di specie, con relativo ampio spettro di risposte alle perturbazioni;
- Sedentarietà, che permette l’analisi spaziale degli effetti dei disturbi;
- Cicli vitali relativamente lunghi, che permettono un’analisi temporale degli effetti dei disturbi;
- Tecniche di campionamento semplici e poco costose;
- Buona conoscenza della tassonomia dei gruppi e disponibilità di chiavi dicotomiche;
- Pluralità di tecniche d’analisi delle comunità

Esistono comunque delle difficoltà e degli svantaggi che devono essere presi in considerazione per avere un quadro completo della validità dei macroinvertebrati come indicatori. Ad esempio:

- Richiesta di un gran numero di campioni per l'analisi quantitativa, con costi anche elevati;
- Possibile presenza di più fattori, oltre alla qualità ambientale, che influenzano la distribuzione e l'abbondanza delle specie;
- Variabilità stagionale;
- Propensione alla deriva (*drift*) di certi taxa che complica l'analisi;
- Difficile identificazione tassonomica di alcuni gruppi;
- Mancanza di sensibilità a certe perturbazioni, come i patogeni umani.

I macroinvertebrati sono stati studiati per la valutazione degli stress d'origine antropica a tutti i livelli di organizzazione biologica: a livello molecolare-fisiologico, a livello di organismo, o più comunemente, almeno quando l'effetto del disturbo viene studiato in natura, a livello di comunità.

Ecosistemi naturali e di buona qualità sono in genere caratterizzati da comunità complesse, le cui componenti sono in stretta relazione e dipendenza le une dalle altre e capaci di rispondere a piccole perturbazioni senza essere danneggiate, ripristinando le condizioni iniziali. L'alterazione degli equilibri di un ecosistema, sia per cause naturali che antropiche, può causare squilibri tali da portare alla scomparsa delle specie più esigenti e sensibili, e all'insediamento di altre che mostrano intervalli di tolleranza più ampi. La struttura delle comunità viene così alterata in modo più o meno irreversibile, in base all'entità e alla durata della perturbazione: condizioni di stress prolungato portano allo sviluppo di comunità semplificate e caratterizzate dalla dominanza di poche specie tolleranti.

Materiale e Metodi

Campionamento Multihabitat Proporzionale

Per il campionamento dei macroinvertebrati è stato seguito il protocollo pubblicato ISPRA nel "Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili" (ISPRA, 2014), recepito a livello nazionale italiano. Il Protocollo deriva direttamente da quello presentato da Buffagni & Erba (2007) in una pubblicazione dell'IRSA-CNR, che riprende il metodo standardizzato per il progetto AQEM. Tutte queste metodiche si basano sulla combinazione di alcune procedure come l'ISO 7828 (1985).

Il metodo, detto "multihabitat proporzionale", prevede il campionamento degli organismi dei microhabitat maggiormente presenti nel tratto di corso d'acqua campionato, in proporzione alla loro abbondanza. Per microhabitat si intende un tipo di substrato, biotico o minerale (tabella seguente), con caratteristiche peculiari tali da giustificare la presenza di specifici taxa macrobentonici e non di altri. Scopi di questa metodica sono in primo luogo la raccolta di campioni standard significativamente rappresentativi del sito che si vuole studiare, ottenuti tramite la proporzionalità con la copertura dei microhabitat, ed in secondo luogo ottenere campioni di tipo quantitativo, utili per poter indagare i diversi aspetti delle comunità macrobentoniche; questo secondo scopo è assicurato dalla definizione di un'area di campionamento costante. Un campione tipico consiste di 10 "unità di campionamento" raccolte da tutti i microhabitat che nel sito di campionamento costituiscono almeno il 10% del substrato del corso d'acqua (1 unità di campionamento per ogni 10% di superficie rappresentata). Una unità di campionamento è un campione ottenuto posizionando lo

strumento di campionamento (la rete surber) sul substrato e smuovendo quest'ultimo con le mani, spazzando un'area definita, che può essere o meno delimitata da un telaio in dotazione alla rete.

Alla fine della procedura, il campione totale è costituito da quanto raccolto su un'area pari a 10 volte l'area delimitata dal telaio; la rete surber utilizzata in questo studio presenta un telaio anteriore di 1/20 di metro quadrato, per un'area totale campionata di 0,5 m². La tela della rete utilizzata presenta una densità di 20 maglie/cm.



Rete surber con telaio anteriore delimitante 0,05 m²

Nel dettaglio, la procedura di campionamento multihabitat-proporzionale prevede:

- compilazione di un foglio di campo contenente informazioni sulle caratteristiche del sito;
- registrazione di tutti i microhabitat presenti (la lista completa dei microhabitat rivelabili è riportata nella tabella seguente);
- determinazione, con un esame visivo senza compiere misure strumentali, delle percentuali di copertura che ciascun microhabitat individuato ha sul totale dell'area considerata;
- per ogni 10% di copertura dell'area totale, assegnazione di una unità di campionamento al microhabitat. Microhabitat con percentuali di copertura inferiori al 10% non vengono campionati (alcune eccezioni sono spiegate nel protocollo ISPRA);
- campionamento delle 10 unità stabilite procedendo da valle verso monte per non disturbare gli animali;
- travaso del contenuto della rete in un altro contenitore e pulizia della rete ogni 2-3 applicazioni dello strumento, per assicurarne l'efficienza;
- in tipi fluviali in cui i mesohabitat del raschio e della pozza (zone del fiume in cui l'acqua scorre più velocemente o più lentamente, rifte e pool con terminologia anglosassone) sono chiaramente distinguibili, le relative comunità possono essere differenti, il che giustifica il mantenimento e il trattamento separato delle unità raccolte.

Gli organismi raccolti, smistati in vaschette a fondo chiaro subito dopo la raccolta, sono stati riconosciuti al livello tassonomico di famiglia, genere o specie.

Lista e descrizione dei principali microhabitat rinvenibili nei fiumi italiani (Modificato da ISPRA 2014).

Microhabitat	codice	Descrizione
<i>Microhabitat minerali</i>		
Limo/Argilla (< 6 µm)	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida
Sabbia (6 µm – 2 mm)	SAB	Sabbia fine e grossolana
Ghiaia (0.2 – 2 cm)	GHI	Ghiaia e sabbia molto grossolana (con predominanza di ghiaia)
Microlithal (2 – 6 cm)	MIC	Pietre piccole
Mesolithal (6 – 20 cm)	MES	Pietre di medie dimensioni
Macrolithal (20 – 40 cm)	MAC	Pietre grossolane della dimensione massima di un pallone da rugby
Megalithal (> 40 cm)	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
Artificiale	ART	Calcestruzzo e tutti i substrati solidi non granulari immessi artificialmente nel fiume
Igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido, spesso ricoperto da muschi
<i>Microhabitat biotici</i>		
Alghe	AL	Principalmente alghe filamentose; anche diatomee o altre alghe in grado di formare spessi feltri perfitici
Macrofite sommerse	SO	Macrofite acquatiche sommerse. Sono da includere nella categoria anche muschi, Characeae, etc.
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti radicate in alveo (e.g. <i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i>)
Parti vive di piante terrestri	TP	Radici fluitanti di vegetazione riparia, non lignificate
Pezzi di legno	XY	Materiale legnoso grossolano (rami, radici), legno morto, parti di corteccia
CPOM	CP	Deposito di materiale organico particellato grossolano (foglie, rametti)
FPOM	FP	Deposito di materiale organico particellato fine
Film batterici	BA	Funghi e sapropel (<i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i>), solfo batteri (<i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i>)

L'indice STAR_ICMi

Per la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua guadabili sulla base delle comunità macrobentoniche, ai sensi della Direttiva Quadro, è stato designato dal DM 260/10 del Ministero dell'Ambiente una metodica denominata "Intercalibration Common Metric Index" (STAR_ICMi), un indice multimetrico (per una trattazione completa, Buffagni & Erba, 2007) che è stato utilizzato a livello europeo per intercalibrare i diversi indici adottati dagli Stati membri dell'Unione, per verificarne cioè l'uniformità nel giudizio, e grazie a questa sua validità generale è in grado di valutare efficacemente quasi tutte le categorie di corsi d'acqua. Le sei metriche considerate che compongono l'indice STAR_ICMi sono: "ASPT", un indice biotico; "Log10(sel_EPTD+1)", un indice d'abbondanza di taxa selezionati; "1-GOLD", una

grandezza il cui valore cresce con la diminuzione dell'abbondanza dei taxa tolleranti; "Numero di famiglie EPT", una stima della ricchezza di alcuni taxa sensibili; "Numero totale di famiglie" una stima della ricchezza totale della comunità; "Indice di Shannon-Wiener", un indice di diversità. L'indice multimetrico è ottenuto dalla somma delle metriche normalizzate rispetto alla mediana del valore assunto dalle metriche stesse nei siti di riferimento (privi o quasi di alterazioni antropiche), ciascuna delle quali poi è moltiplicata per un proprio peso. Il valore ottenuto viene poi normalizzato rispetto alla mediana dei valori che l'indice assume nei siti di riferimento. Lo STAR_ICMi viene così direttamente espresso come Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), come richiesto dalla Direttiva, e assume valori tra 0 e 1+, divisi in 5 classi di qualità (Valori di Riferimento e Limiti di Classe sono riportati nel DM 260/2010). Per il calcolo di tale indice, tutti i taxa identificati sono stati uniformati a livello di famiglia e si è fatto uso del software MacrOper 1.0.5 (Buffagni & Belfiore, 2013).

Siti di campionamento

In occasione della prima campagna di campionamenti, svoltasi nell'autunno del 2015, i macroinvertebrati bentonici sono stati raccolti nelle stazioni B e C, vale a dire nelle due stazioni site rispettivamente a monte e a valle dell'area di intervento. Entrambe le stazioni presentano un substrato ciottoloso, frammisto a ghiaia con qualche accumulo di sabbia. Pochi i massi, in alcuni punti è presente roccia in alveo corrispondente al paleoalveo portato alla luce dai processi erosivi in atto (soprattutto nel sito B). Di seguito vengono mostrate due immagini relative ai siti nel periodo di campionamento del macrobenthos.



Figura 1. Lura B



Figura 2. Lura C

Risultati

L'analisi dei campioni di macroinvertebrati ha permesso la stesura di due liste complessive di taxa per i due siti monitorati:

Tabella 1. Liste tassonomiche macrozoobenthos

Gruppo superiore	Famiglia	Specie	Lura B	Lura C
Insetti	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i>	32	119
	Hydropsychidae		5	18
	Calopterygidae	<i>Calopteryx splendens</i>		1
	Chironomidae		31	113
	Simuliidae	<i>Simulium ornatum</i>	2	7
		<i>Simulium velutinum</i>	3	
	Psychodidae		16	2
	Gerridae	<i>Gerris sp</i>		4
Aracnidi	Hydracarina			6
Molluschi	Physidae	<i>Physa sp</i>	1	9
Platelminti	Dugesidae	<i>Dugesia sp</i>		4
Anellidi	Erpobdellidae	<i>Dina sp</i>	2	7
	Lumbricidae			1
	Naididae		4	
	Tubificidae		4	5

Sono state raccolte 7 famiglie di insetti, 4 di anellidi e una a testa per aracnidi, molluschi e platelminti. Dove possibile è stato indicato il genere o le specie identificate. Le abbondanze riportate in tabella sono relative al campionamento di una superficie pari a 0,5 m², pertanto

per l'applicazione dell'indice di valutazione, tarato sulle abbondanze rinvenute in 1 m², i numeri devono essere raddoppiati. Di seguito viene riportato uno schema di sintesi dell'applicazione del metodo di valutazione e della conseguente classificazione dello stato ecologico dei siti analizzati con la componente macrobentonica, riadattato dal documento di sintesi restituito dal programma MacrOper.

Il risultato dell'applicazione del metodo STAR_ICMi è un giudizio Scarso per entrambe le stazioni di campionamento, con il Rapporto di qualità ecologica (EQR) del sito B (0,261) a ridosso del limite tra scarso e cattivo (il giudizio peggiore), che per i fiumi dell'area Centrale corrisponde a 0,24. Il sito C ha invece un valore centrale nella propria classe di giudizio.

Classificazione dello Stato Ecologico dei fiumi sulla base dei Macroinvertebrati acquatici

HER: 6 - Pianura Padana

AREA REGIONALE: Lombardia

TIPO: 06SS2 (5-25 km - piccolo)

Campionamento multihabitat proporzionale

Metriche STAR_ICMi

SITO	Mesoh.	ASPT	N. tot Famiglie	N. Fam. EPT	1-GOLD	Shannon	log(SelePTD+1)
Lura B	G	3,286	9	2	0,390	1,702	0,000
Lura C	G	4,100	13	2	0,537	1,512	0,000

Pesi delle metriche:

ASPT: 0,334; Numero totale di Famiglie: 0,167; Numero di famiglie EPT: 0,083;

1-GOLD: 0,067; Indice di Shannon: 0,083; log(SelePTD+1): 0,266

Valori di riferimento usati per la normalizzazione delle metriche e dello STAR_ICMi:

ASPT	N. tot di Famiglie	N. EPT	1-GOLD	Shannon	log(SelePTD+1)	STAR_ICMi
6,290	26,75	12,25	0,874	2,202	2,327	1,012

Soglie delle classi (macrotipo IC: R-C, Centrale)

ELEVATO/BUONO	BUONO/SUFFICIENTE	SUFFICIENTE/SCARSO	SCARSO/CATTIVO
0,96	0,72	0,48	0,24

Classificazione dei campioni

SITO	STAR_ICMi	Stato Ecologico	Classe
Lura B	0,261	SCARSO	4
Lura C	0,352	SCARSO	4

Discussione

In entrambe le stazioni di campionamento sul fiume Lura indagate, poste a monte e a valle dell'area di intervento, sono state rinvenute comunità di invertebrati acquatici molto povere (nella stazione Lura B è presente circa un terzo delle famiglie attese in corrispondenti siti non alterati, nel Lura C poco meno della metà) e caratterizzate dalla dominanza di gruppi tolleranti (oligocheti, solo i taxa più tolleranti tra i ditteri e gli altri ordini di insetti). In particolare, si segnala la forte presenza di taxa a respirazione aerea (Psychodidae, Gerridae, Physidae) o dotati di sistemi di immagazzinamento dell'ossigeno (Chironomidae, Tubificidae) che caratterizzano una comunità soggetta a periodiche penurie di disponibilità di ossigeno in acqua (condizione che si presenta facilmente in acque ricche di sostanza organica ossidabile come quelle di scarico dei depuratori e degli scarichi non trattati).



Figura 3. Stadi vitali (larva-pupa-adulto) di uno Psychodidae

I dati raccolti sono in linea con i risultati ottenuti da ARPA Lombardia nella stazione A, posizionata a monte della stazione B. In questa stazione, nel 2013, era stato attribuito un giudizio Scarso allo stato ecologico secondo i macroinvertebrati bentonici, con un EQR pari a 0,28. Il giudizio relativo al triennio precedente 2009-2011, che aveva sempre restituito un giudizio Scarso (EQR = 0,30) conferma la presenza di una sostanziale stabilità nelle condizioni della comunità macrobentonica, che si presenta fortemente depauperata in tutto il tratto di corso d'acqua compreso nell'area estesa. Il raggiungimento del un valore di EQR più elevato nella stazione C, quella posizionata più a valle, suggerisce la tendenza della comunità a migliorare man mano che il corso d'acqua si allontana dalle fonti di impatto (tra la stazione B e la C non sono infatti presenti scarichi né affluenti) attraversando aree parzialmente naturali che possono permettere un recupero delle condizioni generali del corso d'acqua.

Bibliografia

- AQEM consortium, 2002. Manual for the application of the AQEM method. A comprehensive method to assess European stream using macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Frame Directive. Version 1.0, February 2002.
- Buffagni, A. & S. Erba, 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD). Parte A – Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. In: IRSA-CNR, Notiziario dei metodi analitici del 1 Marzo 2007. 118 pp.

- Buffagni A. & Belfiore C., 2013. MacroOper . ICM software, ver. 1.0.5. CNR-IRSA & UniTuscia DEB, Roma.
- ISO 7828: 1985 (BS EN 27828: 1994). Water Quality – Methods of biological sampling – Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISPRA Manuali e linee guida 111/2014. Metodi biologici per le acque superficiali interne. 234 pp.