

Campionamento multihabitat proporzionale: analisi della distribuzione spaziale del macrobenthos mediante indici di similarità, STAR_ICMi e Taxa List dell'ASPT

Letizia Bolletta^{1*}, Bruna Gumiero¹, Alessandra Agostini²

1 Università di Bologna, Dipartimento BiGeA, Via Selmi, 3 – 40126 Bologna

2 Arpae Sezione di Bologna, Via Francesco Rocchi, 19 – 40138 Bologna

** Referente per la corrispondenza: letizia.bolletta@gmail.com*

Pervenuto il 24.2.2017; accettato il 28.4.2017

Riassunto

La validità delle indagini biologiche dipende molto dall'accuratezza e dalla precisione con cui sono effettuate le attività di campionamento e di determinazione sistematica dei macroinvertebrati.

Il presente studio intende valutare l'applicabilità del campionamento multihabitat proporzionale verificando l'intercambiabilità tra i microhabitat.

La stazione campionata si trova nel fiume Savena. Il campionamento è stato svolto nel mesohabitat di pool, nel quale sono stati individuati due microhabitat, macrolithal e mesolithal, e per ognuno sono stati effettuati dieci campionamenti, al fine di analizzare la variabilità della distribuzione spaziale del macrobenthos. In entrambi i microhabitat la comunità rilevata è costituita soprattutto da Efemerotteri, Ditteri e Tricotteri e la profondità non incide significativamente sulla popolazione macrobentonica. Combinando le liste faunistiche tra loro, sono state sviluppate ventuno combinazioni costituite da cinque repliche campionate nel macrolithal e cinque repliche nel mesolithal. Per ogni combinazione è stato calcolato l'indice STAR_ICMi, che ha dato come risultato un range che va da 0,644 a 0,769 e si muove tra le classi di qualità Sufficiente e Buono. Le liste faunistiche che hanno determinato i due valori estremi di STAR_ICMi (migliore e peggiore) sono state valutate con gli indici di Bray-Curtis e di Jaccard al fine di misurare il livello di similarità. Dall'elaborazione è risultato che le liste faunistiche presentano un livello di similarità buono che dimostra il concetto di intercambiabilità tra i microhabitat. Infine è stato dimostrato che le famiglie che maggiormente incidono nel calcolo dello STAR_ICMi sono quelle che presentano un punteggio maggiore nella Taxa List della metrica ASPT.

PAROLE CHIAVE: Macroinvertebrati / Monitoraggio / Intercambiabilità / Similarità

Multihabitat proportional sampling: analysis of macrobenthos spatial distribution using similarity indices, STAR_ICMi and ASPT Taxa List

The validity of the biological investigations greatly depends on the accuracy and the precision of the sampling activities and systematic determination of macroinvertebrates.

This study aims to evaluate the applicability of proportional multihabitat sampling by proving the interchangeability between microhabitats.

The sampled station is located in the river Savena and sampling was carried out in mesohabitat pool. Two microhabitats, macrolithal and mesolithal, were identified and for each of them ten samples were effectuated in order to analyze the variability of the macrobenthos' spatial distribution. In both microhabitats the detected community primarily consists of Ephemeroptera, Diptera and Trichoptera and depth doesn't significantly influence on macrobenthic population. Combining the faunal lists, twenty-one combinations were developed; they consist of five replicates sampled in macrolithal and five replicates sampled in mesolithal. The index STAR_ICMi was calculated for each combination. It has resulted in a range from 0.644 to 0.769, and moves between the quality classes "Sufficient" and "Good". The faunal lists that resulted in the two extreme values of STAR_ICMi (best and worst) were evaluated with indexes of Bray-Curtis and Jaccard in order to measure the level of similarity. This process has shown that the faunal lists have a good level of similarity that shows the concept of interchangeability between microhabitats. Finally it has been shown that families with the greatest impact in the calculation of STAR_ICMi are those with a higher score in the "Taxa List of ASPT metric".

KEY WORDS: Macroinvertebrates / Monitoring / Interchangeability / Similarity

INTRODUZIONE

La corretta gestione delle acque superficiali, secondo un approccio ecologico e sostenibile, permette di conoscerne le potenzialità depurative e controllarne lo stato di qualità. Gli indici biologici, introdotti nella normativa comunitaria e italiana in materia di acque, sono comunemente utilizzati sia nel campo della ricerca, sia a livello applicativo per certificare la qualità delle acque superficiali e per garantirne condizioni adatte all'uso umano.

Mentre le analisi fisico-chimiche individuano analiticamente le singole cause e la dinamica del processo di alterazione dell'acqua e dei sedimenti, gli indicatori biologici esprimono un giudizio complementare, poiché verificano gli effetti d'insieme prodotti dal complesso delle cause inquinanti. Le informazioni ricavate da un indicatore vengono, di norma, tradotte in indici che rappresentano, in una scala di valori, lo stato del sistema in esame.

Nella scelta dell'indicatore da adottare bisogna tener presente diverse variabili come il tempo e i costi previsti nelle attività di monitoraggio, il grado di precisione e affidabilità, l'entità della risposta, e, soprattutto, il tipo di disturbo che si intende indagare (Beghelli *et al.*, 2012).

In Europa, per la valutazione ecologica delle acque correnti, sono impiegati vari indicatori biologici (appartenenti a diversi livelli trofici); anche se vi è una netta preferenza per l'uso dei macroinvertebrati bentonici, che risultano gli organismi più utilizzati in assoluto.

Per quanto riguarda il macrobenthos, lo stato di qualità dei corsi d'acqua è definito dal livello di scostamento tra le comunità osservate –in termini di composizione e abbondanza tassonomica, rapporto tra taxa sensibili e taxa

tolleranti, livello di diversità dei taxa– rispetto a quelle attese per un determinato corpo idrico privo di impatto antropico, indicativo di condizioni inalterate.

Poiché i sistemi biologici risentono delle eventuali fluttuazioni temporali dei fattori di disturbo, il biomonitoraggio deve tener conto del dinamismo interno del bioindicatore, dei suoi bioritmi e della sua velocità di risposta allo stimolo. La scelta degli strumenti ottimali per la stima e il monitoraggio ambientale è funzione dell'efficienza, della ripetibilità e della reale applicabilità degli indici proposti (Sartori, 1998).

L'obiettivo di questo studio è valutare l'applicabilità del campionamento multihabitat proporzionale verificando l'intercambiabilità tra i microhabitat e la variabilità della distribuzione spaziale del macrobenthos. Un ulteriore scopo di questo lavoro è determinare le famiglie che maggiormente incidono nel calcolo dell'indice STAR_ICMi attraverso un'analisi della metrica ASPT.

AREA DI STUDIO

La stazione campionata si trova nel fiume Savena, un corso d'acqua a carattere torrentizio che nasce in provincia di Firenze. Il fiume Savena è suddiviso in ventidue tratti morfologicamente omogenei ed ha una lunghezza complessiva di circa 50 Km. I campionamenti sono stati eseguiti a metà del tratto morfologicamente omogeneo numero undici, a una distanza di circa 24,06 Km dalla sorgente.

MATERIALI E METODI

Applicazione del metodo di campionamento quantitativo multihabitat proporzionale

Il campionamento quantitativo multihabitat proporzionale prevede una raccolta dei macroin-

vertebrati proporzionale all'estensione relativa dei diversi microhabitat osservati in un tratto fluviale, la cui presenza è preventivamente stimata. Il campionamento è condotto all'interno di un'area del sito che presenta caratteristiche omogenee a livello di mesohabitat (riffle/pool). La percentuale di copertura dei microhabitat è registrata a intervalli minimi del 10% e la somma di tutti i microhabitat registrati è pari al 100% (Buffagni *et al.*, 2013).

Nel presente studio il campionamento è stato effettuato nel mesohabitat di pool. Al fine di valutare l'intercambiabilità tra i microhabitat, sono stati eseguiti dieci campionamenti per ogni microhabitat rinvenuto nell'area, a prescindere dalla percentuale di copertura. Sono stati individuati due microhabitat, macrolithal e mesolithal, compiendo un totale di venti campionamenti e ottenendo venti liste faunistiche separate.

Metodi di analisi impiegati nello studio

Nell'elaborazione dei dati sono stati utilizzati l'indice di qualità STAR_ICMi, i punteggi riportati nella taxa list della metrica ASPT e gli indici di similarità di Bray-Curtis e di Jaccard.

L'indice STAR_ICMi è stato sviluppato all'interno di un Progetto Europeo con lo scopo di intercalibrare e rendere comparabili i sistemi di classificazione della qualità dello stato ecologico dei fiumi impiegati dai vari Stati Membri (Buffagni *et al.*, 2007). In Italia e in altri Paesi dell'area mediterranea, lo STAR_ICMi è stato selezionato anche come metodo standard per la definizione dello stato di qualità dei corpi idrici.

Lo STAR_ICMi è un indice multimetrico costituito da sei metriche riconducibili a tre diverse categorie che prendono in consi-

derazione la tolleranza all'inquinamento, l'abbondanza e la ricchezza dei vari taxa. Alle singole metriche è attribuito un peso diverso. Queste metriche sono quindi normalizzate e ponderate e danno come risultato il valore dell'indice STAR_ICMi che varia tra 0 e 1 (Buffagni *et al.*, 2008). Alle singole metriche è attribuito un peso diverso (Tab. I), mentre alle tre categorie generali delle metriche è assegnato lo stesso peso (0,333). All'interno di ciascun gruppo, un peso maggiore è stato attribuito alle metriche più robuste (ovvero quelle che prendono in considerazione l'intera comunità).

In questo studio è stata analizzata l'influenza della metrica ASPT nel calcolo dello STAR_ICMi. L'ASPT è la metrica che ha un peso maggiore rispetto alle altre e assegna un punteggio alle diverse famiglie di macroinvertebrati secondo la loro tolleranza all'inquinamento: famiglie di organismi sensibili hanno un punteggio elevato, mentre famiglie di organismi tolleranti hanno un punteggio basso (Boggero *et al.*, 2012). I punteggi di ogni famiglia sono raccolti in un documento chiamato Taxa List dell'ASPT, e sono stati utilizzati in una parte delle analisi.

Gli indici di Bray-Curtis e

Jaccard sono impiegati per misurare il livello di similarità di due liste di macroinvertebrati.

L'indice di Bray-Curtis è calcolato sulla base dei dati di composizione e abbondanza dei taxa. L'indice di Jaccard misura anch'esso il grado di similarità tra due liste di macroinvertebrati, ma si basa sui dati di sola presenza/assenza. Entrambi gli indici assumono valori da 0 a 1, che indicano rispettivamente comunità completamente differenti e comunità identiche.

RISULTATI

L'elaborazione dei risultati è suddivisa in tre parti:

- dati relativi alla composizione della comunità campionata analizzando separatamente i microhabitat rinvenuti;
- range ottenuto dal calcolo dell'indice STAR_ICMi su combinazioni create seguendo diversi criteri;
- verifica della similarità tra le liste faunistiche mediante applicazione degli indici di Bray-Curtis e Jaccard.

a) Struttura della comunità

I microhabitat presenti nella stazione di campionamento sono

macrolithal e mesolithal, indicati rispettivamente con le lettere A e B. Le unità di campionamento sono state denominate con un codice alfanumerico progressivo (Tab. II e III).

In entrambi i microhabitat gli Efemeroteri, i Ditteri e i Tricotteri predominano sul resto della comunità. Considerando la composizione totale della comunità campionata, il macrolithal è il microhabitat più ricco in termini di abbondanza totale di individui rispetto al mesolithal (Tab. IV).

b) Calcolo dell'indice di qualità STAR_ICMi

È stata creata una serie di combinazioni costituite da cinque repliche campionate in macrolithal e cinque repliche in mesolithal e ne è stato calcolato l'indice di qualità STAR_ICMi.

Le combinazioni sono state costruite seguendo tre criteri (Tab. V):

- Massima e minima abbondanza;
- Massimo e minimo numero di taxa;
- Scelta delle famiglie con il punteggio attribuito dalla Taxa List della metrica ASPT.

Per quanto riguarda i primi due criteri, le combinazioni sono

Tab. I. Metriche dello STAR_ICMi.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della metrica	Taxa considerati nella metrica	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	0,333
Abbondanza / Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD}+1)$	Log_{10} (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemuridae + 1)	0,266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0,067
Ricchezza / Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0,167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0,083
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A}\right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A}\right)$	0,083

state ricavate raggruppando insieme le repliche aventi maggiori o minori abbondanze e maggiore o minore numero di taxa. L'ultimo criterio fa riferimento al punteggio stabilito dalla metrica ASPT.

Il range dell'indice STAR_ICMi va da 0,644 a 0,769 e si muove tra le classi di qualità Sufficiente e Buono (Fig. 1). Il limite tra queste due classi è pari a 0,72. Su un totale di ventuno combinazioni, tredici

rientrano nella classe di qualità Buono e otto nella classe di qualità Sufficiente.

Nell'Allegato I del D.M. 260/2010, tab. 4.1.1/b, sono riportati i limiti delle classi di qualità per i

Tab. II. Elenco dei taxa e rispettive abbondanze delle unità di campionamento del macrolithal.

ORDINE	FAMIGLIA	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A
Plecotteri	Leuctridae	6	12	9	6	9	4	2	1	3	0
	Taeniopterygidae	0	2	1	0	0	4	0	0	1	0
Efemerotteri	Baetidae	9	10	10	7	9	6	4	5	2	6
	Caenidae	7	13	6	11	12	12	3	6	7	13
	Heptageniidae	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Leptophlebiidae	2	3	4	0	6	0	0	0	1	0
Tricotteri	Hydropsychidae	12	19	21	14	10	5	6	10	8	12
	Limnephilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Rhyacophilidae	9	10	5	5	3	0	1	3	2	1
Coleotteri	Dryopidae	2	0	1	0	6	1	0	0	1	0
	Dytiscidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
	Gyrinidae	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0
Odonati	Gomphidae	1	0	0	2	1	1	0	2	3	4
Ditteri	Athericidae	0	1	3	2	2	0	2	1	1	0
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Chironomidae	10	12	12	15	6	6	3	3	6	8
	Limoniidae	7	5	3	1	4	5	1	0	1	1
	Simuliidae	3	4	2	10	0	0	0	0	7	4
	Stratiomyidae	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0
	Tabanidae	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oligocheti	Tubificidae	0	6	1	1	0	0	0	1	1	0
Hydrachnidia	Hydracarina	8	6	4	2	3	3	4	4	4	28

Tab. III. Elenco dei taxa e rispettive abbondanze delle unità di campionamento del mesolithal.

ORDINE	FAMIGLIA	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B
Plecotteri	Leuctridae	2	3	0	0	0	0	0	0	2	0
	Taeniopterygidae	0	0	0	0	0	4	2	1	6	0
Efemerotteri	Baetidae	1	5	2	0	5	4	3	4	6	3
	Caenidae	3	1	0	0	1	1	1	3	2	0
	Heptageniidae	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0
	Leptophlebiidae	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0
Tricotteri	Hydropsychidae	6	12	5	1	2	2	8	6	5	2
	Rhyacophilidae	0	7	2	0	1	2	1	2	3	0
Coleotteri	Dryopidae	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Odonati	Gomphidae	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0
Ditteri	Athericidae	1	2	1	1	1	0	1	0	0	0
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	Chironomidae	6	13	2	2	3	3	3	1	1	1
	Limoniidae	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Simuliidae	0	6	0	0	4	7	1	9	4	0
Oligocheti	Tubificidae	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
Hydrachnidia	Hydracarina	3	7	0	0	0	1	0	1	2	0

diversi macrotipi fluviali.

Il fiume Savena appartiene al macrotipo fluviale M1 e i limiti di classe fra gli stati relativi a tale macrotipo sono:

- 0,97 per il limite Elevato/Buono;
- 0,72 per il limite Buono/Sufficiente;
- 0,48 per il limite Sufficiente/Scarso;
- 0,24 per il limite Scarso/Cattivo.

L'ampiezza media di ogni classe è di 0,24. La differenza tra gli estremi del range, ottenuto con il calcolo dell'indice STAR_ICMi, è di 0,125 e rappresenta all'incirca metà dell'ampiezza di una classe. I valori di STAR_ICMi, ottenuti dalle combinazioni, hanno determinato due diverse classi di qualità, anche se in termini numerici, i dati ottenuti sono molto ravvicinati tra loro e ricadono intorno al limite tra le classi di qualità Buono/Sufficiente.

I valori ottenuti dall'indice STAR_ICMi delle varie combinazioni sono stati confrontati graficamente con i valori della metrica ASPT. I due indici sono diretta-

Tab. IV. Composizione percentuale delle comunità rinvenute nei due microhabitat.

MESOLITHAL	Valore Campionato	%	MACROLITHAL	Valore Campionato	%
Plecotteri	20	8	Plecotteri	60	9
Efemerotteri	53	22	Efemerotteri	179	27
Tricotteri	67	28	Tricotteri	158	24
Coleotteri	3	1	Coleotteri	21	3
Odonati	4	2	Odonati	14	2
Ditteri	77	32	Ditteri	158	24
Oligocheti	3	1	Oligocheti	10	1
Hydrachnidia	14	6	Hydrachnidia	66	10
Num. Tot. Individui	241	100	Num. Tot. Individui	666	100
Num. Tot. Famiglie	18		Num. Tot. Famiglie	23	

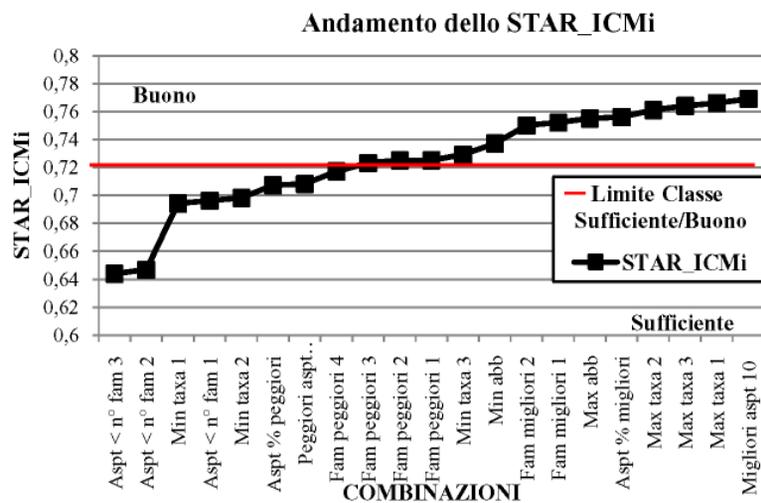


Fig. 1. Andamento dello STAR_ICMi delle combinazioni.

Tab. V. Rappresentazione dello STAR_ICMi e dello Stato Ecologico delle combinazioni.

Combinazioni	Codici combinazioni	STAR_ICMi	Stato ecologico	Classe
Aspt < n° fam 3	4A 6A 7A 8A 10A 1B 3B 4B 8B 10B	0,644	Sufficiente	3
Aspt < n° fam 2	4A 6A 7A 8A 10A 2B 3B 4B 8B 10B	0,647	Sufficiente	3
Min taxa 1	4A 5A 6A 7A 10A 1B 3B 4B 8B 10B	0,694	Sufficiente	3
Aspt < n° fam 1	4A 5A 6A 7A 10A 2B 3B 4B 8B 10B	0,696	Sufficiente	3
Min taxa 2	4A 5A 6A 7A 10A 1B 3B 4B 10B 2B	0,698	Sufficiente	3
Aspt % peggiori	3A 4A 7A 8A 10A 1B 3B 4B 8B 10B	0,701	Sufficiente	3
Peggiori aspt 1 e 2	3A 4A 7A 8A 10A 1B 3B 4B 5B 10B	0,708	Sufficiente	3
Fam peggiori 4	4A 7A 8A 9A 10A 1B 2B 3B 4B 10B	0,717	Sufficiente	3
Fam peggiori 3	4A 7A 8A 9A 10A 2B 4B 7B 8B 10B	0,723	Buono	2
Fam peggiori 2	2A 4A 8A 9A 10A 1B 2B 3B 4B 10B	0,725	Buono	2
Fam peggiori 1	4A 7A 8A 9A 10A 1B 2B 4B 7B 8B	0,725	Buono	2
Min taxa 3	4A 5A 6A 7A 10A 1B 3B 4B 10B 6B	0,729	Buono	2
Min abb	5A 6A 7A 8A 9A 1B 3B 4B 5B 10B	0,737	Buono	2
Fam migliori 2	1A 2A 3A 4A 5A 1B 6B 7B 8B 9B	0,75	Buono	2
Fam migliori 1	1A 2A 3A 5A 6A 5B 6B 7B 8B 9B	0,752	Buono	2
Max abb	1A 2A 3A 4A 10A 2B 6B 7B 8B 9B	0,755	Buono	2
Max taxa 2	1A 2A 3A 8A 9A 2B 5B 7B 8B 9B	0,761	Buono	2
Aspt % migliori	1A 2A 5A 6A 9A 2B 5B 6B 7B 9B	0,763	Buono	2
Max taxa 3	1A 2A 3A 8A 9A 5B 6B 7B 8B 9B	0,764	Buono	2
Max taxa 1	1A 2A 3A 8A 9A 2B 5B 6B 7B 9B	0,766	Buono	2
Migliori aspt 10	1A 2A 3A 5A 9A 2B 6B 7B 8B 9B	0,769	Buono	2

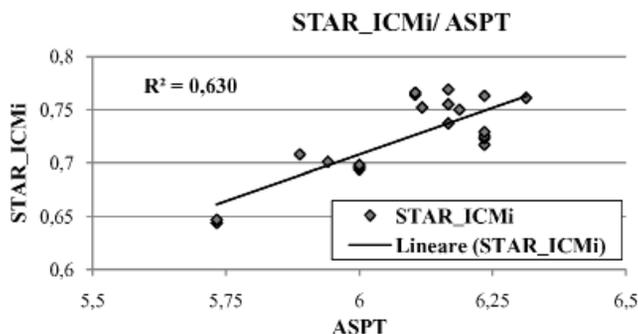


Fig. 2. Andamento delle coppie di valori di STAR_ICMi e di ASPT ottenute dalle diverse combinazioni di repliche.

mente proporzionali e all'aumentare dell'indice STAR_ICMi aumenta anche il valore della metrica ASPT (Fig. 2). La metrica ASPT quindi incide positivamente nel calcolo dell'indice STAR_ICMi.

c) Analisi della similarità

Sono stati applicati gli indici di Bray-Curtis e Jaccard per stabilire il livello di similarità tra le combinazioni, dalle quali è derivato il valore di STAR_ICMi più elevato e di STAR_ICMi più basso. Tali combinazioni sono "Migliore aspt 10" e "Aspt < num° fam 3". L'indice di Bray-Curtis è pari a 0,73 mentre l'indice di Jaccard ha dato come risultato 0,83. Entrambi gli indici assumono valori più vicini a 1 che a 0 e stanno ad indicare che complessivamente le liste

faunistiche delle due combinazioni analizzate sono abbastanza simili.

DISCUSSIONE

In entrambi i microhabitat la comunità rilevata è costituita soprattutto da Efemerotteri, Ditteri e Tricotteri. Il macrolithal è il microhabitat più ricco in termini di abbondanza totale di individui.

Combinando le liste faunistiche tra loro sono state sviluppate ventuno combinazioni costituite da cinque repliche campionate nel macrolithal e cinque repliche nel mesolithal. Per ogni combinazione è stato calcolato l'indice STAR_ICMi, che ha dato come risultato un range che va da 0,644 a 0,769 e si muove tra le classi di qualità Sufficiente e Buono. La validità del

campionamento multihabitat proporzionale è confermata, poiché l'ampiezza del range ottenuto non è significativa rispetto all'ampiezza media di una classe di qualità.

Le liste faunistiche presentano un livello di similarità buono che dimostra la validità del campionamento multihabitat proporzionale e il concetto di intercambiabilità tra i microhabitat.

Per determinare le famiglie che maggiormente incidono nel calcolo dell'indice STAR_ICMi è stata effettuata un'analisi della metrica ASPT. Si è osservata una relazione direttamente proporzionale tra i due indici; ciò è particolarmente significativo in quanto ASPT risulta essere la metrica con il peso maggiore. Le famiglie che maggiormente incidono nel calcolo dello STAR_ICMi sono quelle che presentano un punteggio maggiore nella Taxa List dell'ASPT, ovvero le più sensibili all'inquinamento appartenenti principalmente agli ordini dei Plecotteri, Efemerotteri, Odonati e Tricotteri. Nel presente caso di studio le famiglie in questione sono: Leuctridae, Taeniopterygidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Gomphidae, Caenidae, Limnephilidae, Rhyacophilidae.

BIBLIOGRAFIA

- Beghelli F. G. D. S., Santos A. C. A. D., Urso-Guimaraes M. V., Calijuri M. D. C., 2012. Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a Neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil). *Biota Neotropica*, **12** (4): 114-124.
- Boggero A., Rogora M., Ciampitello M., Guarnieri I., Dresdi C., 2012. *Effetti della presenza di invasivi sulla fauna macroinvertebrata del torrente Isorno (Valle Isorno)*. Report CNR-ISE, Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi. Verbania Pallanza. 12 – 13 pp.
- Buffagni A., Erba S., CNR-IRSA, 2007. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/CE (WFD)*. Notiziario dei Metodi Analitici n. 1 Marzo 2007. Roma. ISSN: 1125 – 2464.
- Buffagni A., Erba S., CNR-IRSA, 2008. *Direttiva 2000/60/CE (WFD). Condizioni di Riferimento per fiumi e laghi. Classificazione dei fiumi sulla base dei Macroinvertebrati acquatici*. Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale 2008. Monterotondo Stazione (RM). ISSN: 1974–8345.
- Buffagni A., Erba S., Genoni P., Lucchini D., Orlandi C., 2013. *Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili*. Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc. n. 38/ 13CF. ISPRA, Manuali e Linee Guida 111/2014.
- Sartori F., 1998. *Bioindicatori ambientali*, a cura di Francesco Sartori. Fondazione Lombardia per l'Ambiente: 227-290.