

BIOINDICATORI



CONFRONTO FRA INDICE SAPROBICO (Friedrich e DIN, 1990) e INDICE BIOTICO ESTESO (Ghetti e IRSA, 1995)

Massimo Morpurgo¹

Introduzione

In Europa vengono attualmente utilizzati per i controlli di routine delle acque più di 20 metodi biologici diversi, basati in parte su diversi gruppi di organismi. Secondo le direttive emanate dalla Commissione delle Comunità Europee per la qualità ecologica delle acque correnti, è necessario valutare la comparabilità e corrispondenza di giudizio dei diversi metodi usati nell'Unione Europea, nell'ottica di una loro intercalibrazione.

In passato sono stati organizzati dalla Commissione delle Comunità Europee tre Seminari Tecnici, che si sono svolti in Germania (TITTIZER, 1976), in Inghilterra (WOODIWISS, 1978) e in Italia (GHETTI e BONAZZI, 1980). Nell'ambito di questi Seminari Tecnici sono stati applicati e confrontati tra loro diversi metodi biologici per la valutazione della qualità delle acque

correnti campionando negli stessi corsi d'acqua. Tra i vari metodi confrontati presentavano una buona corrispondenza di giudizio Extended Biotic Index (WOODIWISS, 1978) e B.E.O.L. (Carico Organico Biologicamente Efficace: KNÖPP, 1974), uno dei metodi del Sistema Saprobico. Negli ultimi anni il Sistema Saprobico originariamente concepito da KOLKOWITZ e MARSSON (1902) e più volte modificato, è stato criticamente rivisto (DIN, 1990) e l'Indice Saprobico è stato pubblicato come metodo di riferimento ufficiale tedesco per il controllo delle acque correnti (DIN 38410 parte 2, 1990), mentre dalla rielaborazione ed adattamento dell'indice inglese Extended Biotic Index (WOODIWISS, 1978) ai corsi d'acqua italiani è derivato l'Indice Biotico Esteso (GHETTI, 1986), che è stato recentemente rivisto e standardizzato (GHETTI, 1995) e pubblicato come proposta di metodo nazionale ufficiale (IRSA, 1995).

FRIEDRICH, CORING e KÜCHENHOFF (1995) hanno

¹ 14024 Strümpellstr. 6 - 40225 Düsseldorf, Germania

confrontato 8 metodi basati sui macroorganismi bentonici (Indice Saprobico, K-Index, Belgian Biotic Index, Indice Biologique Global Normalisé, Biotic Score e BMWP/ASPT in 3 diverse versioni) ed ampiamente utilizzati in Europa per valutarne la corrispondenza di giudizio e la possibilità di una loro intercalibrazione; nel lavoro di questi Autori non è stato però considerato il metodo italiano Indice Biotico Esteso.

Il presente lavoro si prefigge pertanto di valutare la comparabilità e corrispondenza di giudizio dell'Indice Saprobico (FRIEDRICH e DIN, 1990) con l'Indice Biotico Esteso modificato e standardizzato (GHETTI e IRSA, 1995).

Materiali e metodi

Sono stati rielaborati i dati raccolti per la determinazione del Saprobienindex in 66 stazioni di campionamento tedesche ubicate nei Länder Nordrhein-Westfalen e Niedersachsen.

I campionamenti sono stati effettuati in corsi d'acqua tipologicamente diversi (dal piccolo torrente al fiume Reno) e in diversi ambienti (dalle "Mittelgebirge" o montagne centrali nel Nordrhein-Westfalen alle pianure costiere del Mare del Nord nel Niedersachsen). Le stazioni di campionamento sono così classificabili:

- 12 stazioni situate sulle "Mittelgebirge" nel Nordrhein-Westfalen;
- 13 stazioni poste sul fiume Reno nel Nordrhein-Westfalen;
- 11 stazioni ubicate in "Geest" (terreno alto e arido lungo le coste del Mare del Nord) nel Niedersachsen;
- 10 stazioni site in "Marsch" (regione bassa, paludosa e molto fertile lungo le coste del Mare del Nord) nel Niedersachsen;
- 12 stazioni situate in ambiente di paludi nel Niedersachsen;
- 8 stazioni posizionate in ambiente di brughiera nel Niedersachsen.

Le stazioni nel Nordrhein-Westfalen sono state campionate personalmente dall'Autore, mentre i dati riferiti alle stazioni nel Niedersachsen sono stati forniti dal Landesumweltamt NRW (Ufficio Ambiente del

Land Nordrhein-Westfalen) di Düsseldorf.

Per questi ultimi si è risaliti dalle specie di macroorganismi campionate alle corrispondenti Unità Sistematiche dell'Indice Biotico Esteso utilizzando il testo *Limnofauna Europea* (ILLIES, 1978).

Per ogni stazione è stata redatta una scheda, in cui figurano la lista delle specie di macroorganismi campionati con le loro abbondanze (A), il valore saprobico (s) e il peso indicatore (G) per le specie indicatrici, e le corrispondenti Unità Sistematiche del metodo I.B.E.

A piè di pagina sono riportati i valori dei due indici e le corrispondenti classi di qualità. La scheda riporta inoltre il numero dei taxa indicatori presenti, la somma delle loro abbondanze e l'errore standard per l'Indice Saprobico; le Unità Sistematiche più sensibili che determinano l'entrata orizzontale nella tabella per la determinazione del valore dell'Indice e il numero complessivo delle U.S. per l'Indice Biotico Esteso. Esempi di scheda sono riportati nella Tab. 1 e 2.

È stato calcolato il coefficiente di correlazione (r) fra l'Indice Saprobico e l'Indice Biotico Esteso per le complessive 66 stazioni di campionamento; sono stati calcolati inoltre il coefficiente di regressione (b) e l'equazione della retta di regressione.

Per una migliore visualizzazione del grado di corrispondenza di giudizio dei due metodi, i valori dei due indici sono stati riportati su un sistema di assi cartesiani in cui le aree retinate rappresentano gli intervalli di corrispondenza delle classi di qualità (Fig. 1). Quanti più punti giacciono all'interno delle aree retinate, tanto è migliore la corrispondenza di giudizio. A tale scopo, le 7 classi di qualità dell'Indice Saprobico (le 4 classiche, più 3 intermedie) sono state trasformate in una scala con 5 classi di qualità secondo FRIEDRICH, CORING e KÜCHENHOFF (1995):

classe 1:	1,0 - < 1,6
classe 2:	1,6 - < 2,2
classe 3:	2,2 - < 2,8
classe 4:	2,8 - < 3,4
classe 5:	3,4 - 4,0

Ai fini dell'elaborazione statistica e della rappresentazione grafica dei dati, i valori intermedi dell'Indice Biotico Esteso sono stati trasformati in decimali (ad esempio I.B.E. = 7-8 o 8-7 è stato trasformato in 7,5).

Risultati e discussione

Il coefficiente di correlazione r tra i valori dell'Indice Biotico Esteso e quelli dell'Indice Saprobico sulle 66 stazioni risulta pari a - 0,86.

Tale valore può essere confrontato con quello

ricavato da FRIEDRICH, CORING e KÜCHENHOFF (1995) che hanno paragonato 8 metodi europei per il monitoraggio delle acque correnti basati sul macrozoobenthos, rielaborando i dati raccolti per la determinazione dell'Indice Saprobico in stazioni di campionamento in

Tab. 1. Confronto fra Indice Saprobico ed Indice Biotico Esteso in una stazione sul Reno.

Macroorganismi:	A	s	G	Unità Sistematiche
Corso d'acqua Fiume Reno (Nordrhein-Westfalen Germania)				
Stazione di campionamento a valle di Bonn 660,0 Km riva sinistra				
Nr. della stazione di campionamento 13020				
Data di campionamento 9. Agosto 1994				
TRICHOPTERA:				
<i>Ceraclea dissimilis</i>	2			LEPTOCERIDAE
<i>Ecnomus tenellus</i>	2	2,2	8	ECNOMIDAE
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	3			HYDROPSYCHIDAE
DIPTERA:				
<i>Rheotanytarsus</i> spp.	3			CHIRONOMIDAE
CRUSTACEA:				
<i>Chaetogammarus ischnus</i>	4			GAMMARIDAE
<i>Gammarus tigrinus</i>	2	2,4	4	
<i>Corophium curvispinum</i>	6			COROPHIIDAE
<i>Ortonectes limosus</i>	1			ASTACIDAE
GASTROPODA:				
<i>Ancylus fluviatilis</i>	2	2,0	4	ANCYLIDAE
<i>Bithynia tentaculata</i>	4	2,3	8	BYTHINIIDAE
<i>Radix ovata</i>	2	2,3	4	LYMNAEIDAE
BIVALVIA:				
<i>Corbicula</i> spp.	2			CORBICULIDAE
<i>Dreissena polymorpha</i>	3	2,2	4	DREISSENIDAE
TURBELLARIA:				
<i>Dugesia lugubris</i>	2	2,1	4	DUGESIIDAE
<i>Dugesia tigrina</i>	4	2,2	8	
HIRUDINEA:				
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	2,7	4	ERPOBDELLIDAE
<i>Glossiphonia complanata</i>	2	2,2	8	GLOSSIPHONIDAE
PORIFERA:				
<i>Spongilla lacustris</i>	3	2,2	8	SPONGILLIDAE
Indice Saprobico		Indice Biotico Esteso		
2,24		8-7		
Classe di qualità		Classe di qualità		
II		II-III		
Taxa indicatori	11	Unità Sistematiche più sensibili:		
Somma loro abbondanze	28	3 U.S. Trichoptera		
Errore standard	+ 0,04	Numero delle U.S. = 16		

Germania. Essi hanno calcolato i coefficienti di correlazione tra l'Indice Saprobico e gli altri 7 metodi con i dati di 232 stazioni di campionamento (per il K-Index sono state considerate solo 112 stazioni, in quanto questo indice è applicabile solo in ambienti di pianura) ottenendo i seguenti risultati:

	Indice Saprobico
K-Index	$r = -0,89$
Belgian Biotic Index	$r = -0,71$
Indice Biologique Global Normalisé	$r = -0,74$
Biotic Score (CHANDLER)	$r = -0,81$
BMWP/ASPT	$r = -0,84$
BMWP/ASPT mod. Spagna	$r = -0,85$
BMWP/ASPT mod. Germania	$r = -0,88$

Sebbene il campione esaminato da questi Autori sia di dimensioni maggiori rispetto a quello descritto nel presente lavoro, gli ambienti studiati sono gli stessi ("Mittelgebirge" dei Länder Nordrhein-Westfalen e Baden-Württemberg e le pianure del Niedersachsen); è quindi possibile confrontare questi risultati con il coefficiente di correlazione Indice Biotico Esteso-Indice Saprobico ricavato in precedenza per le 66

stazioni di campionamento nei due Länder Nordrhein-Westfalen e Niedersachsen.

Esso è relativamente alto ed è comparabile con quelli calcolati per Indice Saprobico-BMWP/ASPT, nelle tre versioni inglese, spagnola e tedesca (r da $-0,84$ a $-0,88$); il metodo BMWP/ASPT si è dimostrato sensibile e modificabile per l'applicazione in regioni zoogeografiche diverse.

Questi dati indicano perciò l'applicabilità teorica dell'Indice Biotico Esteso in Germania con buona corrispondenza di giudizio con l'Indice Saprobico.

Dalla rappresentazione su un sistema di assi cartesiani delle 66 stazioni di campionamento emerge una buona corrispondenza di giudizio delle classi di qualità determinate con i due indici. La maggior parte dei punti giace all'interno delle aree retinate, rappresentando stazioni di campionamento per le quali i due metodi forniscono una valutazione corrispondente della classe di qualità. I punti all'esterno delle aree retinate rappresentano stazioni per le quali le classi di qualità non corrispondono perfettamente; le differenze di giudizio sono comunque al massimo di una classe di

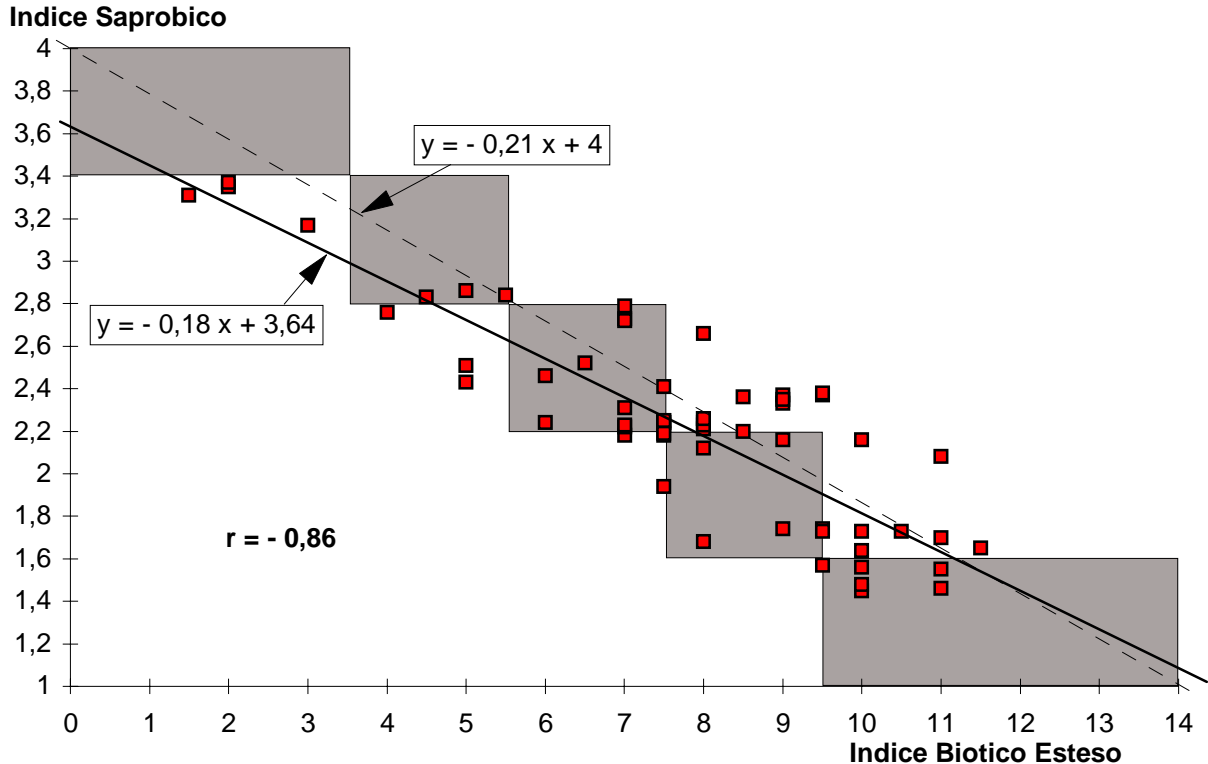


Fig. 1. Confronto fra Indice Saprobico ed Indice Biotico Esteso in 66 stazioni di campionamento site in Germania.

Tab. 2. Confronto fra Indice Saprobico ed Indice Biotico Esteso in una stazione sul Drommelbeck -Marsch.

Corso d'acqua		Drommelbeck -Marsch- (Niedersachsen Germania)		
Stazione di campionamento		Allermarsch 3		
Nr. della stazione di campionamento		48992120 VER 060		
Data di campionamento		12. Ottobre 1988		
Macroorganismi:	A	s	G	Unità Sistematiche
EPHEMEROPTERA:				
<i>Ephemera danica</i>	6	1,8	8	<i>Ephemera</i>
<i>Heptagenia sulphurea</i>	2	2,0	4	<i>Heptagenia</i>
TRICHOPTERA:				
<i>Limnephilus rhombicus</i>	4			LIMNEPHILIDAE
<i>Sericostomatinae</i>	2	1,5	8	SERICOSTOMATIDAE
<i>Silo nigricornis</i>	2	1,5	8	GOERIDAE
COLEOPTERA:				
<i>Elmis</i> spp.	2			ELMIDAE
<i>Helodes</i> spp.	2			HELODIDAE
<i>Potamonectes depressus</i>	2	2,2	8	HYDROPORIDAE
ODONATA:				
<i>Calopteryx splendens</i>	4	2,0	8	CALOPTERYGIDAE
DIPTERA:				
Chironomidae	4			CHIRONOMIDAE
Tabanidae	2			TABANIDAE
HETEROPTERA:				
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	3			CORIXIDAE
<i>Nepa cinerea</i>	2			NEPIDAE
CRUSTACEA:				
<i>Gammarus pulex</i>	5	2,1	4	GAMMARIDAE
<i>Proasellus coxalis</i>	2	2,8	4	ASELLIDAE
GASTROPODA:				
<i>Physa fontinalis</i>	3	2,4	4	PHYSIDAE
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4	2,3	4	HYDROBIIDAE
BIVALVIA:				
<i>Pisidium amnicum</i>	3			PISIDIIDAE
<i>Sphaerium corneum</i>	2	2,3	4	SPHAERIIDAE
TURBELLARIA:				
<i>Dugesia gonocephala</i>	2	1,6	8	DUGESIIDAE
<i>Polycelis tenuis</i>	2	2,0	8	PLANARIIDAE
HIRUDINEA:				
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	2,7	4	ERPOBDELLIDAE
<i>Glossiphonia complanata</i>	2	2,2	8	GLOSSIPHONIDAE
<i>Piscicola geometra</i>	2			PISCICOLIDAE
OLIGOCHETA:				
<i>Limnodrilus</i> spp.	2	3,3	4	TUBIFICIDAE
<i>Lumbriculus variegatus</i>	2	3,0	4	LUMBRICULIDAE
MEGALOPTERA:				
<i>Sialis lutaria</i>	3	2,3	4	SIALIDAE
Indice Saprobico		Indice Biotico Esteso		
2,08		11		
Classe di qualità		Classe di qualità		
II		I		
Taxa indicatori	18	Unità Sistematiche piú sensibili:		
Somma loro abbondanze	49	2 U.S. Efemeroteri		
Errore standard	+ 0,10	Numero delle U.S. = 27		

qualità.

Le differenze di valutazione sono probabilmente causate dai differenti presupposti teorici dei due metodi. L'Indice Saprobico è basato sulla valenza saprobica degli organismi indicatori ed è adatto a valutare gli effetti dell'inquinamento da sostanze organiche biologicamente degradabili sulla comunità dei macroorganismi bentonici. L'Indice Biotico Esteso è basato sulla indicazione generica di sette gruppi di taxa e sulla ricchezza di specie della comunità biologica. È adatto a valutare gli effetti di varie forme di inquinamento e delle alterazioni fisiche dell'ambiente acquatico, che determinano un progressivo allontanamento da una condizione "ottimale o attesa", definita dalla composizione della comunità che, in condizioni di "buona efficienza dell'ecosistema", dovrebbe colonizzare quella tipologia fluviale (I.R.S.A., 1995).

Un corso idrico con un moderato carico organico e con diversi microambienti (si veda, ad esempio, il Drommelbeck Marsch Niedersachsen in Tab. 2), potrà sostenere una comunità biologica molto varia con un'alta ricchezza di specie in grado di tollerare il modesto carico organico.

In questo caso l'Indice Saprobico, calcolando una media dei valori saprobici degli organismi presenti, valuta l'ambiente come moderatamente inquinato e attribuisce una II classe di qualità; l'Indice Biotico Esteso, considerando la presenza dei taxa più sensibili e la grande ricchezza di specie della comunità, valuta l'ambiente come "non alterato in modo sensibile" e assegna una I classe di qualità.

Le differenze di valutazione possono essere in parte riconducibili al tipo di campionamento effettuato: le stazioni in Niedersachsen sono state infatti campionate esclusivamente per l'applicazione dell'Indice Saprobico e non sono disponibili per esse informazioni dettagliate sulle modalità di campionamento.

La significatività del campionamento è determinata per l'obiettività di giudizio dell'Indice Biotico Esteso; per la sua corretta applicazione è necessario ricostruire la composizione in taxa della comunità di macroinvertebrati. Si raccolgono una serie di campioni lungo un transetto obliquo del corso d'acqua, che sia rappresentativo di quella determinata tipologia fluviale. Si deve evitare la somma delle biotipologie che determinerebbe un incremento artificioso della ricchezza di taxa, in quanto per la corretta determina-

zione del valore dell'Indice Biotico Esteso è fondamentale il numero complessivo delle Unità Sistematiche.

L'Indice Saprobico calcola una media dei valori saprobici dei taxa indicatori campionati ed è meno sensibile al tipo di campionamento. Se la media viene calcolata su tutti i taxa campionati o su una grossa parte di essi il valore dell'Indice varia di poco: se alcuni taxa presenti nella comunità di un tratto di corso d'acqua non vengono campionati, il giudizio di qualità non varia significativamente. Anche nel caso che si campionino molti microambienti diversi, effettuando quindi una somma di biotipologie diverse, il valore dell'Indice Saprobico varia di poco stimando le abbondanze dei taxa campionati su tutto l'ambiente. Analogamente, anche nel caso in cui vengano presi in considerazione eventuali organismi di drift, la loro influenza sul valore dell'Indice Saprobico è praticamente insignificante dato il basso valore di abbondanza ($A = 1$ o 2).

L'equazione della retta di regressione calcolata per le 66 stazioni è la seguente (Fig. 1):

$$y = - 0,18 x + 3,64$$

L'andamento della retta di regressione è quindi simile a quello della retta teorica (retta passante per i punti 0;4 e 14;1 cioè per gli estremi delle scale dei due indici):

$$y = - 0,21 x + 4$$

La retta di regressione si discosta nettamente da quella teorica nelle classi di qualità IV e V dei due indici, indicando che per le acque fortemente inquinate la corrispondenza di giudizio non è buona; comunque i dati disponibili per queste classi sono pochi.

In particolar modo il valore 3,64 dell'intercetta della retta di regressione indica che la IV classe di qualità dell'Indice Saprobico ($3,5 < 4,0$) prevede condizioni estreme: acque popolate da Flagellati e Ciliati e –come unici macroinvertebrati presenti– Eristalinae (Syrphidae a respirazione aerea), che corrispondono a un ingresso in ultima riga della tabella per la determinazione dell'Indice Biotico Esteso e a suoi valori di 0 e 1.

Conclusioni

Dal presente studio condotto complessivamente su 66 stazioni di campionamento in Germania emerge una buona corrispondenza di giudizio ($r = -0,86$) tra l'Indice Biotico Esteso standardizzato (GHETTI e IRSA, 1995) e il metodo ufficiale tedesco, Indice Saprobico (FRIEDRICH e DIN, 1990), benché i due metodi siano basati su presupposti teorici diversi:

- l'Indice Biotico Esteso è basato sulla presenza o assenza di 7 gruppi di taxa –il cui livello di determinazione è il genere o la famiglia– e sulla ricchezza di taxa della comunità macrozoobentonica;
- l'Indice Saprobico è una media dei valori saprobici delle singole specie indicatrici presenti in un tratto di corso d'acqua con considerazione della loro qualità indicatrice (peso indicatore G) e della loro abbondanza e non prende in considerazione la ricchezza di specie della comunità.

Nella maggior parte delle stazioni considerate le classi di qualità determinate con i due indici corrispondono, mentre nelle restanti stazioni le differenze di giudizio tra i due metodi sono al massimo di una classe di qualità.

Per le acque molto fortemente inquinate la corrispondenza di giudizio non è buona. La IV classe di qualità dell'Indice Saprobico prevede condizioni estreme, che corrispondono solo ai valori più bassi dell'Indice Biotico Esteso.

I dati delle 66 stazioni di campionamento indicano l'applicabilità teorica dell'Indice Biotico Esteso in Germania con una buona corrispondenza di giudizio con l'Indice Saprobico; questo risultato è interessante nell'ottica di un'intercalibrazione dei metodi europei.

L'adozione in tutti gli Stati dell'Unione Europea di un metodo unitario per la valutazione della qualità biologica delle acque correnti non è fattibile per motivi che vanno dalla collocazione dei vari Stati membri in differenti regioni biogeografiche alla presenza di tradizioni metodologiche diverse. Come è emerso anche in occasione dell'*International Workshop on Classification and Assessment of Rivers*, che si è svolto il 5-7 novembre 1995 a Düsseldorf in Germania e a cui hanno partecipato rappresentanti di quasi tutti gli Stati dell'Unione Europea, una via alternativa proponibile è l'intercalibrazione dei vari metodi, realizzabile solo a condizione che vi sia una buona corrispon-

denza di giudizio tra i metodi. A questa condizione, i risultati ottenuti con i vari indici potrebbero essere traducibili in uno stesso numero di classi di qualità corrispondenti consentendo così la redazione di carte internazionali di qualità biologica delle acque correnti.

Bibliografia:

DIN 38410 Teil 2 - 1990. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M): Bestimmung des Saprobienindex (M2).

FRIEDRICH G. - 1990. Eine Revision des Saprobien-systems. - *Z. Wasser-Abwasser-Forsch.*, **23**: 141-152.

FRIEDRICH G., CORING E., KÜCHENHOFF B. - 1995. Vergleich verschiedener europäischer Untersuchungs- und Bewertungsmethoden für Fließgewässer. Essen: Landesumweltamt NRW, 140 S..

GHETTI P.F., BONAZZI G. - 1980. Biological water assessment methods: Torrente Parma, Torrente Stirone e Fiume Po. *3rd Technical Seminar. Final Report. Commission of the European Communities*.

GHETTI P.F. - 1986. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. manuale di applicazione - Indice Biotico Esteso E.B.I. modificato. *Provincia Autonoma di Trento*.

GHETTI P.F. - 1995. Manuale di Applicazione: Indice Biotico Esteso - I macroinvertebrati nel controllo di qualità degli ambienti di acque correnti - *Provincia Autonoma di Trento, Servizio Protezione Ambiente*.

ILLIES J. - 1978. Limnofauna Europea. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*.

ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE C.N.R. (I.R.S.A.) - 1995. Notiziario dei metodi analitici: Indice Biotico Esteso (I.B.E.) metodi di analisi per ambienti di acque correnti. *Suppl. al Quad. n° 100*: 1-24.

KOLKOWITZ R., MARSSON M. - 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitt. kgl. Prüfungsanstalt Wasserversorgung Abwasserbeseitigung, Berlin-Dahlem* 4, 33-72.

TITTIZER T. - 1976. Comparative study of biological-ecological water assessment methods. Practical demonstration of the River Main (2-6 June 1975). Summary Report. Comparison of biological-ecological procedures for assessment of water quality. p. 403-463. In: *Principles and methods for determining ecological criteria on hydrocoenoses*. Amavis R. and I. Smeets (Eds.). *Pergamon Press, Oxford*. 531 p..

WOODIWISS F.S. - 1978. Comparative study of biological-ecological water quality assessment methods, Second practical demonstration. Summary Report. Commission of the European Communities.