

Stato ecologico dei corpi idrici dell'area mediterranea: approfondimento sulle metriche dell'Indice STAR_ICMi

Elisabetta Ciccarelli*, Barbara Todini, Tisza Lancioni

ARPA Umbria, Via Pievaiola, S. Sisto, Perugia

* Referente per la corrispondenza: e.ciccarelli@arpa.umbria.it

Pervenuto il 27.2.2017; accettato il 28.7.2017

Riassunto

Il presente lavoro vuole approfondire lo studio della qualità biologica dei corpi idrici fluviali umbri, appartenenti all'area mediterranea, mediante l'Indice multimetrico *Intercalibration Common Metrics* (STAR_ICMi), basato sulla comunità macrobentonica e applicato secondo i criteri di classificazione riportati nel D.Lgs. 152/2006 s.m.i. I dati analizzati, da ricondursi al periodo 2013-2015, si riferiscono a 187 campioni prelevati in 51 siti della rete di controllo delle acque superficiali della Regione Umbria. L'Indice STAR_ICMi, derivante dalla combinazione di sei metriche normalizzate ed espresso come *Rapporto di Qualità Ecologica* (RQE), delinea un quadro qualitativo in cui solo il 2% dei siti indagati presenta un giudizio *Elevato*, il 55% *Buono*, il 23% *Sufficiente*, il 18% *Scarso* e il 2% *Cattivo*. Significativa è risultata l'analisi della correlazione lineare tra il valore assoluto delle singole metriche e il valore medio dell'Indice STAR_ICMi e che ha evidenziato una situazione piuttosto eterogenea, in cui le metriche quali l'indice di diversità di Shannon-Weiner, il Numero totale di famiglie e 1-GOLD assumono valori molto variabili e risultano poco correlate con il valore del RQE finale utilizzato per la definizione dello stato ecologico. La scarsa efficacia di tali metriche nel rappresentare l'effettivo stato di qualità della comunità bentonica dei corsi d'acqua dell'area mediterranea suggerisce la necessità di una rivalutazione del loro peso sul calcolo dell'Indice STAR_ICMi e/o dei valori di riferimento, in modo da migliorare il livello di affidabilità del sistema di classificazione ecologica dei tipi fluviali mediterranei.

PAROLE CHIAVE: macroinvertebrati / qualità ecologica/ metriche

Ecological quality evaluation of Mediterranean rivers based on the study of macroinvertebrates: deepening the multimetric Index STAR_ICMi metrics

This study want to analyze deeply the quality of Umbrian rivers, through the application of the multimetric Index *Intercalibration Common Metrics* (STAR_ICMi), based on the macrobenthic community, according to the classification criteria of D.Lgs. 152/06 s.m.i. The analyzed data, for the years 2013 to 2015, relate to 187 samples taken at 51 sites. The STAR_ICMi, based on the combination of six normalized metrics (ASPT, Log(sel_EPTD+1), 1-GOLD, Total Number of Families, Number of EPT Families, Shannon-Weiner Diversity) and expressed as Ecological Quality Ratio (EQR) reveals a quality status in which only 2% of the sample sites has a high rating, while 55% of sites are good, 23% moderate, 18% poor and 2% bad. The analysis of the correlations between the absolute value of the individual metrics and the STAR_ICMi final value has denoted a rather heterogeneous state, in which metrics such as the diversity index of Shannon-Weiner, the Total Number of Families and 1-GOLD assume very variable values and are poorly correlated with EQR value. The lack of effectiveness of these metrics to describe the quality condition of the Mediterranean benthic communities suggests that a reassessment of their weighting on the STAR_ICMi calculation is needed, so as to improve the reliability of river types classification system in Mediterranean area.

KEY WORDS: macroinvertebrates / ecological quality / metrics

INTRODUZIONE

La valutazione dello Stato Ecologico in ambito nazionale ed europeo nell'ultimo decennio ha reso necessario l'utilizzo di strumenti conformi alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (European Community, 2000). Questa, tra i vari obiettivi, prevedeva il raggiungimento dello stato "buono" e individuava per gli elementi biologici requisiti specifici mirati ad ottenere un'adeguata classificazione della Qualità Ecologica (ricchezza della comunità, abbondanza in *taxa*, diversità e grado di tolleranza all'interno della comunità) (Armitage *et al.*, 1983; Hering *et al.*, 2004; AQEM Consortium, 2002; Spaggiari *et al.*, 2005; European Commission, 2008).

A tale scopo, per i macroinvertebrati è stato introdotto l'Indice multimetrico STAR_ICMi, sviluppato nell'ambito del processo di intercalibrazione tra i paesi europei ed indicato come riferimento dalla normativa nazionale sulle acque (Böhmer *et al.*, 2004; Buffagni *et al.*, 2004; Ofenböck *et al.*, 2002, 2004; Buffagni *et al.*, 2005; Buffagni e Erba, 2007a; D.Lgs. 152/06 s.m.i.). Tale Indice, che viene espresso come *Rapporto di Qualità Ecologica* (RQE), definisce la distanza, in termini di composizione ed abbondanza, tra la comunità macrozoobentonica rilevata e la comunità attesa, nella medesima tipologia fluviale, in condizioni di "naturalità" e assenza di pressioni antropiche.

L'indice deriva dalla combinazione dei valori relativi a sei metriche, appropriatamente normalizzate e ponderate (ASPT, $\text{Log}(\text{sel_EPTD}+1)$, 1-GOLD, Numero totale di Famiglie, Numero di famiglie EPT, Indice di Diversità di Shannon-Weiner), che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare (Buffagni *et al.*, 2001; Pin-

to *et al.*, 2004; IRSA-CNR, 2007, 2008; D.Lgs. 152/2006).

I corsi d'acqua dell'area mediterranea sono caratterizzati da una marcata variabilità stagionale della portata, sempre più frequentemente contraddistinta da momenti di piena primaverile ed autunnale alternati a lunghi periodi di secca estiva; questi eventi portano alla creazione di microhabitat temporanei con ripercussioni sulle biocenosi presenti. L'applicazione dello STAR_ICMi a tali corpi idrici superficiali, ha fatto emergere, a livello nazionale, la necessità di una attenta valutazione dell'attendibilità delle singole metriche che concorrono attualmente alla definizione dell'Indice, nonché ad una possibile revisione delle metodologie di classificazione applicate agli indicatori biologici e mirate alla definizione dello Stato Ecologico (Padmore, 1998; Buffagni A., 2004; Belfiore *et al.*, 2009; Di Sabatino, 2015).

Finalità del nostro lavoro è stata quindi la disamina dei dati derivanti dall'applicazione di tale Indice multimetrico e delle metriche ad esso associate, elaborati per mezzo del software MacrOper.ICM relativamente allo studio della bentofauna dei corpi idrici guadabili di Idroecoregioni dell'area mediterranea (Buffagni e Belfiore, 2007; Belfiore e Buffagni, 2009). Nella nostra realtà è infatti rilevante l'incidenza della qualità di questo elemento biologico sul processo di assegnazione dello Stato Ecologico, poiché costituisce il descrittore più rappresentativo delle pressioni antropiche e, di conseguenza, l'indicatore più significativo e determinante per l'eventuale messa in atto di misure di risanamento delle acque superficiali monitorate.

MATERIALI E METODI

In linea con quanto richiesto dalla Direttiva 2000/60/CE, l'In-

dice STAR_ICMi, definito in base alla comunità macrobentonica (IRSA-CNR, 2007; D.Lgs. 152/2006; ISPRA, 2014a), ha contribuito, insieme ad altri indicatori biologici, alla valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua della Rete Regionale (ARPA Umbria, 2010).

Le campagne di monitoraggio bentonico prese in esame sono state effettuate nel periodo 2013-2015 e hanno permesso la raccolta di 187 campioni in 51 stazioni di monitoraggio della Rete Regionale di controllo dei corpi idrici superficiali. Tali corsi d'acqua, che sono a carattere prevalentemente torrentizio e dei quali il 26% è caratterizzato da un flusso idrologico intermittente, appartengono a tre Idro-Ecoregioni dell'area mediterranea (Toscana, Appennino Centrale, Roma_Viterbese) e a quattro Macrotipi fluviali (M1: 22 corpi idrici; M2: 16 corpi idrici; M4: 2 corpi idrici; M5: 11 corpi idrici) (IRSA-CNR, 2007).

Una quota consistente dei siti indagati (67%) è definita "a rischio" o "probabilmente a rischio" per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ed è sottoposta a monitoraggio operativo; solamente il 33% appartiene alla rete di sorveglianza, in quanto risultata "non a rischio".

Il campionamento del macrozoobenthos ai fini del calcolo dell'Indice STAR_ICMi per i corsi d'acqua guadabili è stato condotto secondo il metodo *Multihabitat proporzionale* (APAT, 2007; IRSA-CNR, 2007; ISPRA, 2014b). In base a tale metodica, sono stati raccolti campioni standard di macroinvertebrati bentonici; inoltre, in base al tipo di monitoraggio (operativo o di sorveglianza) si sono stabilite il numero di repliche da effettuare: 20 per il monitoraggio di sorveglianza e 10 per quello operativo. Tale procedura, di tipo quantitativo, si basa sulla raccolta

della bentofauna nei diversi habitat fluviali, in corrispondenza di microhabitat minerali e biotici, con una percentuale di copertura fino ad una soglia minima del 10%. La metodica prevede il riconoscimento tassonomico degli organismi bentonici campionati fino a livello di famiglia e una stima della densità dei singoli *taxa* (Campaioli *et al.*, 1994; Buffagni *et al.*, 2005; APAT, 2007; ISPRA, 2014b).

I dati raccolti in campo sono stati utilizzati sia per l'elaborazione delle singole metriche, sia per la definizione dell'Indice complessivo STAR_ICMi, mediante il software MacrOper.ICM (IRSA-CNR, 2008). La descrizione dettagliata del tipo di informazione fornita da ciascuna metrica sulle caratteristiche della comunità bentonica, sui

taxa presi in considerazione e del peso di ogni metrica sull'Indice, è riportata nella tabella I.

L'elaborazione dello STAR_ICMi si basa sulla conversione dei valori grezzi delle sei metriche in RQE, a cui fa seguito il calcolo della media ponderata e la normalizzazione del valore risultante. L'Indice, espresso come RQE, varia fra 0 e 1, dove 1 rappresenta il valore di qualità più elevato (IRSA-CNR, 2008).

L'assegnazione del giudizio sullo stato di qualità, in base alla comunità macrozoobentonica, relativa ai siti monitorati, è stata effettuata rispettando i criteri di riferimento riportati nel D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e definiti per i diversi Macrotipi fluviali (Tab. II).

L'analisi statistica mirata a

definire il grado di correlazione lineare tra il valore assoluto delle singole metriche e il valore finale medio dell'indice STAR_ICMi è stata eseguita mediante l'utilizzo del software *Statistica 13*.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Dai dati relativi alla classificazione in base all'indice STAR_ICMi è emerso che 29 (57%) dei 51 corpi idrici guadabili del reticolo fluviale umbro, presi in esame nel triennio 2013-2015, mostrano uno stato dei macroinvertebrati compatibile con l'obiettivo di qualità (elevato/buono) fissato dalla Direttiva 2000/60/CE. Tra questi, un solo corpo idrico ha raggiunto il giudizio di qualità Elevato, mentre gli altri 28 corsi d'acqua (55%) presentano un giudizio Buono. Si

Tab. I. Metriche che compongono l'Indice STAR_ICMi. In tabella sono riportati: tipo di informazione fornita da ciascuna metrica sulle caratteristiche prese in considerazione e relative alla comunità bentonica; *taxa* contemplati nel calcolo della metrica; peso di ogni metrica (IRSA-CNR, 2007).

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage <i>et al.</i> , 1983	0,333
Abbondanza / Habitat	Abbondanza	\log_{10} (Sel_EPTD+1)	\log_{10} (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemuridae + 1)	Buffagni <i>et al.</i> , 2004; Buffagni e Erba, 2004	0,266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto <i>et al.</i> , 2004	0,067
Ricchezza / Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck <i>et al.</i> , 2004	0,167
	Numero taxa	Numero Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck <i>et al.</i> , 2004 Böhmer <i>et al.</i> , 2004	0,083
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A}\right) \cdot \ln\left(\frac{n_i}{A}\right)$	e.g. Hering <i>et al.</i> , 2004 Böhmer <i>et al.</i> , 2004	0,083

Tab. II. Limiti di classe fra gli stati di qualità in base alla comunità macrobentonica per i diversi Macrotipi fluviali dell'area mediterranea (D.Lgs. 152/2006).

Macrotipo fluviale	Limiti di classe e giudizio di qualità			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente /Scarso	Scarso/Cattivo
M1	0,97	0,72	0,48	0,24
M2-M3-M4	0,94	0,70	0,47	0,24
M5	0,97	0,73	0,49	0,24

tratta di fiumi appartenenti prevalentemente alla rete di sorveglianza e collocati per lo più nelle aree montane del territorio umbro. In 12 corsi d'acqua (23%) il macrozoobenthos rilevato determina un giudizio di qualità Sufficiente, mentre solamente un corpo idrico mostra un marcato deterioramento nella struttura della comunità bentonica, che comporta l'attribuzione di un giudizio di qualità Cattivo (Fig. 1).

La rilevante quota di corsi d'acqua con alterazioni a carico delle popolazioni macrozoobentoniche, tali da non permettere il raggiungimento di uno stato "buono", conferma la valenza di questo indicatore biologico nel diagnosticare modificazioni dello stato di salute degli ecosistemi acquatici dei corpi idrici umbri. Risulta, pertanto, evidente che l'Indice STAR_ICMi condiziona in maniera determinante il giudizio ecologico finale.

Tale situazione ha stimolato un approfondimento sul contributo che le singole metriche dell'indice forniscono nella classificazione delle acque superficiali. A tal fine il consistente dataset (187 campioni) è stato sottoposto ad un'analisi statistica di correlazione lineare. In particolare, i valori di ciascun sub indice sono stati correlati con il valore medio dell'indice multimetrico STAR_ICMi, definito per ogni sito di monitoraggio (Fig. 2).

Le elaborazioni grafiche permettono di rilevare una disomogeneità di risposta delle diverse metriche rispetto all'RQE. Dai diagrammi a dispersione, infatti, appare evidente come l'Indice di diversità di Shannon-Wiener, il Numero totale di famiglie e 1-GOLD assumano valori variabili e risultino indipendenti rispetto allo STAR_ICMi, come dimostrano i rispettivi coefficienti di determinazione (Indice di Shannon-Wiener: $R^2 = 0,30$; Numero totale

di famiglie: $R^2 = 0,45$; 1-GOLD: $R^2 = 0,45$). Quanto emerso sottolinea la scarsa capacità delle suddette metriche di rilevare le effettive condizioni di qualità delle comunità in esame e, quindi, di contribuire in maniera limitata al valore finale dell'RQE.

Di contro, si osserva una buona correlazione tra il sub indice di tolleranza dell'intera comunità ASPT ($R^2 = 0,69$) e quello di abbondanza delle famiglie di Efemerotteri, Plecotteri, Tricotteri e Ditteri $\log(\text{selEPTD}+1)$ ($R^2 = 0,68$) con l'Indice STAR_ICMi. Questo

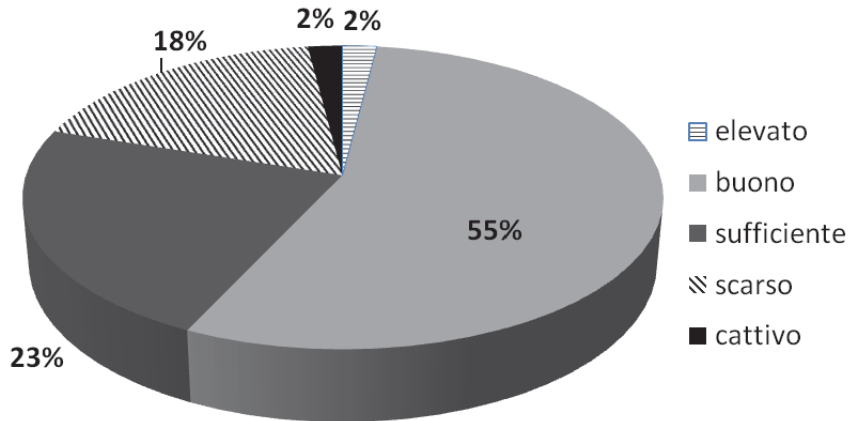


Fig. 1. Distribuzione delle classi di qualità dell'indice STAR_ICMi relativa ai 51 corpi idrici monitorati nel periodo 2013-2015.

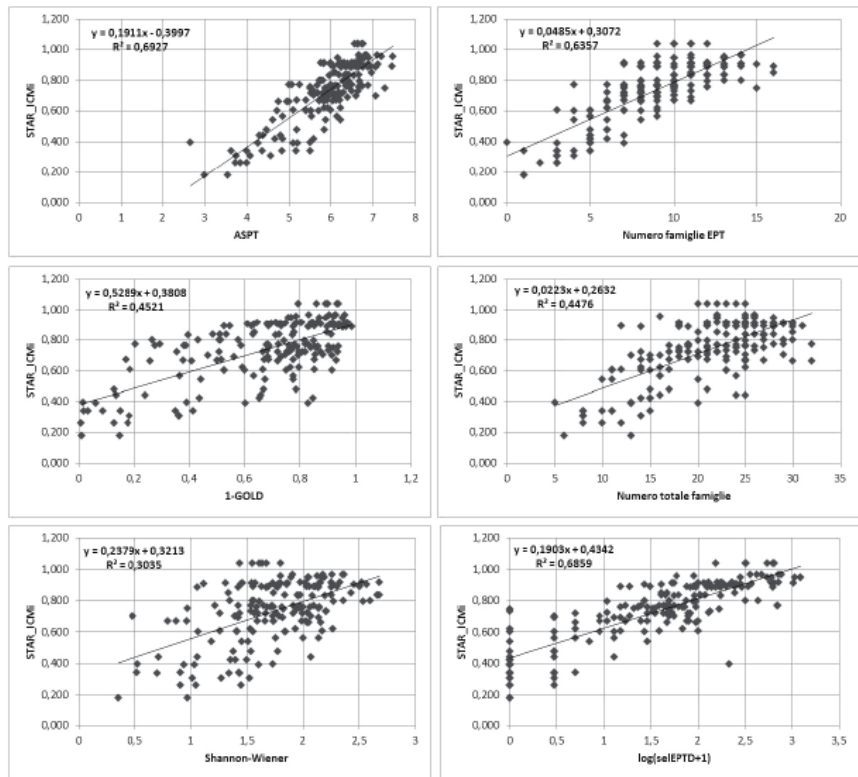


Fig. 2. Correlazione lineare tra i valori assoluti delle metriche ASPT, $\log(\text{selEPTD}+1)$, 1-GOLD, Numero totale di Famiglie, Numero di famiglie EPT, Indice di Diversità di Shannon-Weiner e il valore finale EQR dell'indice STAR_ICMi.

risultato evidenzia una buona varianza, in termini di qualità ecologica, di tali metriche sul giudizio finale espresso dall'RQE.

CONCLUSIONI

L'analisi dei dati del monitoraggio degli invertebrati bentonici, eseguita per questo studio, conferma come il sistema di classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali, soprattutto nel contesto mediterraneo, risulti ancora da perfezionare. Nei corsi d'acqua appartenenti alle Idrocoregioni dell'area mediterranea, infatti, la forte variabilità spaziale e temporale condiziona notevolmente la stabilità degli habitat e, di conseguenza, della struttura e della composizione delle popolazioni macrozoobentoniche. Ciò

rende alquanto difficile l'intero processo per la definizione della qualità ecologica, che deve essere rappresentativo delle alterazioni delle comunità biologiche dovute alle pressioni antropiche e non di quelle derivanti da variabili ambientali naturali (es: piogge, periodi di siccità, ecc.), molto comuni in tali ambiti fluviali.

La variabilità riscontrata per l'indice di Shannon-Wiener (rappresentativo della diversificazione della comunità dei macroinvertebrati), per la metrica di abbondanza 1-GOLD e per quella di ricchezza rappresentata dal Numero totale di famiglie, suggerisce, nell'ottica di un perfezionamento del sistema di classificazione ecologica dei tipi fluviali dell'area mediterranea, l'urgenza di rivalutare il peso di tali

metriche nel calcolo dell'Indice e/o una revisione dei valori di riferimento, spesso indicativi, utilizzati per il calcolo dello STAR_ICMi. Il livello di affidabilità del giudizio richiesto per tale RQE deve essere elevato, in quanto –rispetto agli altri elementi biologici monitorati (diatomee, macrofite, fauna ittica)– la comunità bentonica, monitorata su quasi tutti i siti della Rete Regionale, rappresenta l'indicatore biologico più significativo alle pressioni antropiche individuate nel nostro territorio, ma, al contempo, anche quello più critico, poiché il giudizio che esprime condiziona, nella maggior parte dei casi, la classificazione e la scelta di eventuali misure di gestione e risanamento dei corpi idrici superficiali da inserire nei Piani di Tutela delle Acque.

BIBLIOGRAFIA

- APAT, 2007. *Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili*.
- AQEM consortium, 2002. *Manual for the application of the AQEM method. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive*. Version 1.0, February 2002.
- Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., Furse M.T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Wat. Res.*, **17**: 333-347.
- ARPA Umbria, 2010. Prima valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici fluviali ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).
- Belfiore C., Buffagni A., 2009. *Macroper.ICM 1.1: Un software per la classificazione dei fiumi italiani per la WFD, sulla base dei macroinvertebrati bentonici. Breve guida per l'utente*. IRSA-CNR Notiziario dei metodi Analitici, 2009.
- Belfiore C., Erba S., Pace G., Todini B., Buffagni A., 2009. *Valori di riferimento per la classificazione – nota 3: Italia Centrale*. IRSA-CNR Notiziario dei metodi Analitici, Novembre 2009.
- Böhmer J., Rawer-Jost C., Zenker A., Meier C., Feld C.K., Biss R., Hering D., 2004. Assessing streams in Germany with benthic invertebrates: Development of a multimetric invertebrate based assessment system. *Limnologica*, **34**: 416-432.
- Buffagni A. (Ed.), 2004. *Classificazione ecologica e carattere lenticotico in fiumi mediterranei*. Roma (Italy), *Quad. Ist. Ric. Acque*, 122, IRSA, 190 pp.
- Buffagni A., Belfiore C., 2007. *IC-Meas 1.2: A Software for the Intercalibration Common Metrics and Index easy calculation. User guide*. IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici, Marzo 2007 (1):101-114.
- Buffagni A., Erba S., 2007a. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD)- Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili*. IRSA-CNR, Notiziario dei Metodi Analitici, Marzo 2007 (1): 2-27.
- Buffagni A., Kemp J.L., Erba S., Belfiore C., Hering D., Moog O., 2001. A Europe-wide system for assessing the quality of rivers using macroinvertebrates: the AQEM project and its importance for southern Europe (with special emphasis on Italy). O.

- Ravera (ed.), Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater, *J. Limnol.*, **60** (Suppl. 1): 39-48.
- Buffagni A., Erba S., Cazzola M., Kemp J. L., 2004. The AQEM multimetric system for the southern Italian Apennines: assessing the impact of water quality and habitat degradation on pool macroinvertebrates in Mediterranean rivers. *Hydrobiologia*, **516**: 313-329.
- Buffagni A., Erba S., Birk S., Cazzola M., Feld C., Ofenböck T., Murray-Bligh J., Furse M. T., Clarke R., Hering D., Soszka H., W. Van De Bund, 2005. *Towards European Inter-calibration for the Water Framework Directive: Procedures and examples for different river types from the E.C. project STAR. 11th STAR deliverable. STAR Contract No: EVK1-CT 2001-00089. Rome (Italy), Quad. Ist. Ric. Acque 123, IRSA, 468 pp.*
- Campaioli S., Ghetti P. F., Minelli A., Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Provincia Autonoma di Trento, vol. I-II.
- Decreto legislativo n. 152/2006 Norme in materia ambientale. *Gazzetta Ufficiale* n. 88, 14 apr. 2006, supplemento ordinario n. 96.
- Di Sabatino A., 2015. Effetti ecologici delle estreme riduzioni di portata nei corsi d'acqua abruzzesi. Relazione al Convegno "Controllo della qualità dell'aria e delle acque"
- XXXII Giornata dell'Ambiente*. Accademia dei Lincei e Università dell'Aquila. 31 Ottobre 2014, l'Aquila.
- European Commission, 2008. Decisione della Commissione del 30 ottobre 2008 che istituisce, a norma della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* (2008/915/CE). L332/20. 10.12.2008. 1-35.
- European Community, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L 327, 22.12.2000: 1-72.
- Hering D., Moog O., Sandin L. & Verdonschot P.F.M., 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia*, **516**: 1-20, 2004.
- IRSA-CNR, 2007. *Notiziario dei Metodi Analitici*, n° 1 Marzo 2007, 113 pp.
- IRSA-CNR, 2008. *Notiziario dei Metodi Analitici*, numero speciale 2008, 84 pp.
- ISPRA, 2014a. Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010, 107/2014, 99 pp.
- ISPRA, 2014b. *Metodi biologici per le acque superficiali interne*, 111/2014, 234 pp.
- Ofenböck T., Moog O., Gerritsen J., Barbour M. T., 2002. *Multimetrische Methoden zur Charakteristik des ökologischen Zustandes gemäß EU154 Wasserrahmenrichtlinie*. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 2001 (Kiel), pp. 157-162.
- Ofenböck T., Moog O., Gerritsen J., Barbour M., 2004. A stressor specific multimetric approach for monitoring running waters in Austria using benthic macro-invertebrates. *Hydrobiologia*, **516**: 251-268.
- Padmore C.L., 1998. The role of physical biotopes in determining the conservation status and flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **1**: 25-35.
- Pinto, P., J. Rosado, M. Morais, Antunes I., 2004. Assessing methodology for southern siliceous basins in Portugal. *Hydrobiologia*, **516**: 191-214.
- Spaggiari R., Genoni P., 2005. Ruolo dei macroinvertebrati bentonici nell'applicazione della Direttiva 2000/60/CE. In Baldaccini G.N. e Sansoni G. (eds.). *Atti del Seminario: Classificazione ecologica delle acque interne. Applicabilità della Direttiva 2000/60/CE*. Trento, 12-13 febbraio 2004. Ed. APAT, APPA Trento, CISBA. Trento, 2005. *Biologia Ambientale*, **19** (1): 39-46.