

Considerazioni sull'applicazione dell'indice diatamico ICMi (Intercalibration Common Metric index) nell'Italia nord-occidentale

Elisa Falasco^{1*}, Livia Mobili², Anna Maria Risso³, Francesca Bona¹

¹ Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università degli studi di Torino, Via Accademia Albertina 13 – 10123 Torino

² ARPA Valle D'Aosta, Località Grande Charrière 44 – 11020 Saint-Christophe, Aosta

³ ARPA Liguria, Dipartimento di Genova, via Bombrini 8 – 16149 Genova

* Referente per la corrispondenza: elisa.falasco@unito.it

Pervenuto il 13.3.2012; accettato il 28.5.2012

Riassunto

La ricerca si inserisce nell'ambito dell'applicazione della Direttiva Europea 2000/60/CE (WFD), con lo scopo di valutare lo stato ecologico dei principali corsi d'acqua dell'Italia nord-occidentale (Valle d'Aosta, Liguria e Piemonte) attraverso lo studio delle comunità diatomiche fluviali e l'applicazione dei principali indici europei. Questo studio rappresenta inoltre uno dei primi tentativi di applicazione dell'indice multimetrico ICMi (Intercalibration Common Metric index) in corsi d'acqua appartenenti a diverse idroecoregioni (HER) e tipologie fluviali.

A partire dal 2008, sono state analizzate le comunità diatomiche di 200 campioni, provenienti dalle stazioni di monitoraggio delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e rappresentanti 7 HER e 7 macrotipi fluviali dell'Italia nord-occidentale (inclusi in Alpino, Centrale e Mediterraneo). Sono stati individuati 305 taxa, alcuni dei quali considerati alloctoni o per la prima volta segnalati in Italia. I risultati hanno messo in luce la tendenza generale dell'ICMi a sovrastimare lo stato ecologico fluviale, specialmente nella tipologia Mediterranea e Centrale. I valori di riferimento scelti per il calcolo dei Rapporti di Qualità Ecologica (RQE) appaiono troppo permissivi e, di conseguenza, l'indice finale porta sempre a giudizi di qualità molto elevati. Inoltre, poiché una consistente percentuale di taxa (alloctoni, di nuova descrizione o forme teratologiche) non è inclusa nella lista di calcolo dell'ICMi predisposta dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), l'attendibilità dell'indice risulta ulteriormente ridotta.

PAROLE CHIAVE: diatomee / WFD / Italia nord-occidentale / ICMi

First considerations on the ICMi diatom index application in North-West Italy

Within the framework of the European Directive 2000/60/CE (WFD) we evaluated the ecological status of some of the most important rivers in the North-West Italy (Aosta Valley, Liguria and Piedmont), through diatom community analysis and the application of the main European diatom indices. The main aim of this research was the evaluation of the ICMi reliability in our regions through the comparison with other accomplished European diatom indices.

Starting from 2008, we analysed diatom communities detected in 200 samples, coming from those stretches included in the Regional Environment Protection Agencies (ARPA) monitoring programs, representing 7 different hydroecoregions (HERs) and the 7 river macrotypes identified in the North-West regions (included in Alpine, Central, Mediterranean). In total, we identified 305 taxa, with the presence of some allochthonous species and new records for Italy.

Through the comparison with other European indices we pointed out that ICMi index generally tends to overestimate river quality, especially sites assigned to the Central and Mediterranean typology. Indeed, reference values for the Ecological Quality Ratio (EQR) calculation are too low and, as a consequence, EQR often exceeded 1 and ICMi final results are too often very good. Moreover, some frequently recorded species (allochthonous taxa, teratological forms and recently described species) are not included in the calculation of the index lowering its reliability.

KEY WORDS: diatoms / WFD / North-West Italy / ICMi

INTRODUZIONE

La Direttiva europea 2000/60/CE (WFD) istituisce a livello europeo un quadro di riferimento normativo per un'efficace gestione e tutela delle risorse idriche. Uno degli obiettivi della Direttiva è la pianificazione delle attività di monitoraggio finalizzate alla classificazione dei corpi idrici in base al loro stato ecologico, valutato attraverso l'analisi della struttura (composizione e abbondanza) delle comunità biologiche e dello stato di salute degli individui che le compongono e l'applicazione di indici biologici. Importante obiettivo della WFD è il conseguimento, entro il 2015, dello stato di qualità "buono", definito a livello europeo, in tutti i corsi d'acqua.

Le comunità biologiche scelte per l'applicazione della WFD sono riconosciute a livello internazionale per essere indicatrici dello stato ecologico dei corsi d'acqua. Esse sono la comunità diatomica, macrofitica, macrozoobentonica e ittica. Le diatomee, in particolare, rappresentano una delle principali componenti del fitoplancton e del fitobenthos e si sviluppano in qualsiasi corso d'acqua con generi e specie diversi a seconda delle condizioni ecologiche. Essendo produttori primari alla base della catena trofica, sono importanti nel determinare l'equilibrio dei livelli trofici superiori, per cui qualsiasi alterazione nella composizione e struttura della comunità diatomica può potenzialmente ripercuotersi sui livelli trofici successivi. Allo scopo di fornire informazioni sullo stato complessivo dell'ecosistema fluviale sono stati elaborati degli indici basati sulla struttura del popolamento diatomico che sintetizzano, in un valore numerico, la struttura di una comunità traducendo in un valore discreto il grado di scostamento dalle condizioni ecologiche ottimali. Gli indici diatomici esprimono una misura quantitativa della diversità specifica con le informazioni qualitative relative alla sensibilità ecologica di ciascun taxon. Gli indici diatomici per il controllo della qualità dei corsi d'acqua sono tutti basati sulla formula di ZELINKA e MARVAN (1961) in cui a ciascuna specie viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore biologico.

Oltre a una valutazione delle comunità di per sé, nella WFD viene introdotto il concetto di "condizioni e comunità di riferimento". Per ogni comunità biologica, infatti, è richiesto lo studio della composizione tassonomica, una valutazione della biodiversità e del rapporto tra taxa sensibili e tolleranti, il tutto finalizzato ad evidenziare anomalie nella comunità osservata rispetto ad una potenziale condizione di riferimento. Viene pertanto definito il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), in grado di esprimere il grado di scostamento di una comunità campionata rispetto ad una ipotetica condizione di riferimento per una data tipologia fluviale. Il

rapporto RQE (valore osservato/valore atteso) è pertanto compreso tra 0 (stato ecologico cattivo) ed 1 (stato ecologico elevato). In particolare, l'indice adottato per la valutazione della comunità diatomica, poiché conforme alla WFD, è l'Intercalibration Common Metric Index (ICMi) (MANCINI e SOLLAZZO, 2009).

Scopo di questa ricerca è valutare l'applicabilità dell'indice ICMi in diverse tipologie fluviali dell'Italia nord-occidentale (Valle d'Aosta, Liguria e Piemonte), testando i valori di riferimento di IPS (Indice di Sensibilità agli Inquinanti) e TI (Indice Trofico) definiti nel D.M. Ambiente 8 novembre 2010, n. 260. Oltre a definire un quadro completo della qualità di alcuni dei più importanti corpi idrici dell'Italia nord-occidentale, il presente studio fornisce un quadro delle specie diatomiche più diffuse nelle 7 diverse idroecoregioni (HER) interessate e segnala la presenza di taxa considerati alloctoni. Viene inoltre effettuato un confronto tra i valori degli indici calcolati in siti di riferimento (definiti a priori dalle Agenzie Ambientali) e quelli calcolati in siti di monitoraggio. Infine, viene effettuato un confronto tra la check-list delle specie inventariate e quelle incluse nella lista floristica proposta dall'Istituto Superiore di Sanità a supporto del calcolo dell'indice ICMi.

Il lavoro nasce dalla pluriennale collaborazione scientifica tra il Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi dell'Università di Torino e le Agenzie per la Protezione dell'Ambiente di Liguria e Valle d'Aosta.

MATERIALI E METODI

In totale sono stati analizzati 200 campioni, distribuiti in 7 diverse HER fluviali e appartenenti a 7 diversi macrotipi (Tab. I).

Il prelievo delle diatomee e il trattamento dei campioni sono stati effettuati seguendo la norma UNI EN 13946:2005. In particolare i campioni della Valle d'Aosta e della Liguria sono stati prelevati dai tecnici dell'ARPA durante il monitoraggio dei corsi d'acqua previsto dalla normativa vigente, mentre i campioni del Piemonte sono stati prelevati, in corsi d'acqua di quota inferiore agli 800 m, dai ricercatori dell'Università di Torino. L'identificazione, il conteggio e l'interpretazione dei dati sono stati effettuati seguendo la norma UNI EN 14407:2004, nell'ambito delle convenzioni tra l'Università di Torino e le Agenzie Ambientali.

I testi utilizzati per l'identificazione sono i seguenti: KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986; 1988; 1991; 1991b), SIMONSEN (1987), LANGE-BERTALOT (1993; 2001), LANGE-BERTALOT e METZELTIN (1996), KRAMMER (1997; 2000; 2002; 2003), REICHARDT (1999), WERUM e LANGE-BERTALOT (2004), METZELTIN *et al.* (2005), e LEVKOV *et al.* (2007).

Il calcolo degli indici diatomici è stato effettuato utilizzando il programma OMNIDIA (LECOINTE *et al.*,

Tab. I. Distribuzione dei campioni analizzati nelle diverse HER e macrotipi fluviali

Regione	HER	Macrotipo	n° siti	n° campioni	Tot.
Liguria	10	M1	16	30	80
		M2	1	2	
		M4	7	12	
		M5	2	5	
	9	M1	9	18	
		M4	5	13	
Piemonte	1	A2	4	4	
		C	15	15	
	6	C	36	36	
		M2	11	11	
		M3	5	5	
	5	C	4	4	
	8	M1	2	2	
		M2	5	5	
		M3	1	1	
	10	M2	3	3	
	4	A2	2	2	
		C	9	9	
Valle d'Aosta	1	A2	23	23	23
totale campioni analizzati:					200

1993) versione 5.3, con database aggiornato al 2010, che include tutte le specie rinvenute nella presente ricerca.

I test statistici sono stati effettuati utilizzando i software PC-ORC (McCune e Mefford, 1999) e SPSS 17.0. In particolare, l'Indicator Species Analysis (ISA) (Dufrene e Legendre, 1997) è stata realizzata per individuare i taxa statisticamente significativi e caratteristici delle diverse HER fluviali. Il test Mann-Whitney è stato utilizzato per mettere in evidenza eventuali differenze significative tra i valori degli indici diatOMICI calcolati in siti di monitoraggio e di riferimento.

RISULTATI

Comunità diatOMICHE

In totale sono stati identificati 305 taxa appartenenti a 57 generi.

L'indice di diversità di Shannon (Fig. 1) varia da un massimo di 5,21 nel torrente Grana (presso Valenza, Piemonte) a un minimo di 0,27 nel torrente Gromolo (Liguria), che presenta una comunità per il 95% monospecifica e composta da una specie appartenente al genere *Achnantheidium* la cui identità tassonomica è

attualmente in fase di definizione. Il Gromolo è un corso d'acqua pesantemente inquinato da metalli pesanti (in particolare rame), per questo motivo l'identificazione di una specie indicatrice in grado di tollerare e proliferare in queste condizioni estreme potrebbe dare un importante contributo nel campo del monitoraggio ambientale di fiumi contaminati da metalli pesanti.

Le HER che presentano una maggiore biodiversità sono quella centrale (6, Pianura Padana), il Monferrato (5) e l'Appennino piemontese (8).

L'analisi ISA ha permesso di individuare le specie statisticamente più significative delle 7 HER indagate (Tab. II).

L'HER alpina è caratterizzata da specie reofile, in generale oligo-βmesosaprobie, tipiche di corsi d'acqua di elevata qualità e buona ossigenazione. In particolare si segnala la presenza consistente di *Achnantheidium lineare*, una specie inserita nella Lista Rossa di LANGE BERTALOT e STEINDORF (1996) come "in pericolo" di estinzione. Questa specie predilige acque neutre o leggermente alcaline (pH 7,0-8,5) con valori di conducibilità moderato-bassi (23-200 μS cm⁻¹) e bassi livelli di fosfati (2-11 μg L⁻¹ TP) e nitrati (< 150 μg L⁻¹ TN) (VAN DE VIJVER *et al.*, 2011).

Le specie che caratterizzano le altre HER sono perlopiù β e α mesosaprobie, tipiche di corsi d'acqua planiziali di ordine superiore e caratterizzati da livelli di nutrienti più elevati. Risultano caratteristiche dell'HER 5 le forme teratologiche di *Diatoma vulgare* e *Nitzschia dissipata*. Di importante segnalazione, inoltre, la presenza di una specie considerata alloctona: *Achnantheidium subhudsonis* (HER 6). Rinvenuta per la prima volta da HUSTEDT (1921) in Africa e successivamente

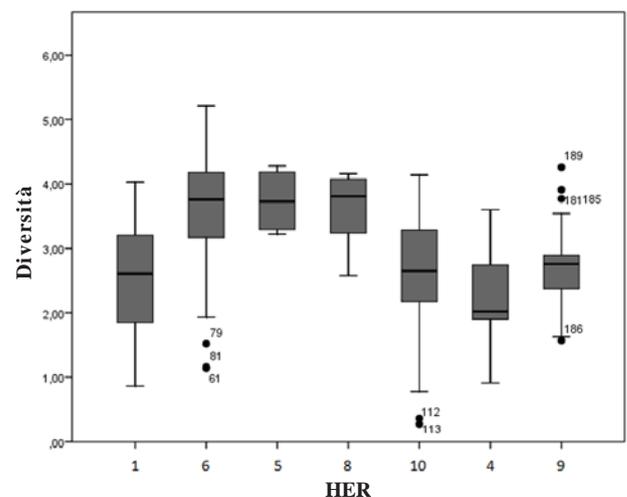


Fig. 1. Distribuzioni (box-plot) dei valori dell'indice di diversità di Shannon nelle diverse HER.

segnalata dallo stesso autore in Java e Sumatra (HUSTEDT, 1938) è stata recentemente segnalata in Canada (LAVOIE *et al.*, 2006), in Nepal (SIMKHADA, 2006) e negli Stati Uniti, dov'è stata osservata per la prima volta da HOHN e HELLERMAN nel 1963. In Europa è stata

rinvenuta in Spagna, Francia, Portogallo e Lussemburgo, spesso in percentuali di presenza elevate. Attualmente in Italia è stata rinvenuta solo in Piemonte.

Tra le specie considerate potenzialmente alloctone, o di carattere invasivo, diffuse nei corsi d'acqua inda-

Tab. II. Taxa risultati significativamente caratteristici delle diverse HER a seguito dell'analisi ISA.

HER	p<0,001	p<0,01	p<0,05
1 Alpi Occidentali	<i>Achnantheidium lineare</i> W. Smith	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann, <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann, <i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg, <i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi
5 Monferrato	<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich, <i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot, <i>Navicula germainii</i> Wallace	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow, <i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg, <i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot, <i>Navicula gregaria</i> Donkin, <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow, <i>Diatoma vulgare</i> Bory forma teratologica, <i>Cymbella tumida</i> (Brebisson) Van Heurck, <i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing, <i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot, <i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot <i>et al.</i> , <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow forma teratologica, <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith forma teratologica
8 Appennino Piemontese	<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing, <i>Stausosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen, <i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, <i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald, <i>Stausosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams & Round, <i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing, <i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	<i>Cymbella excisa</i> Kützing, <i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt, <i>Fragilaria elliptica</i> Schumann, <i>Cyclotella atomus</i> Hustedt, <i>Achnantheidium rivulare</i> Potapova & Ponader, <i>Stausosira construens</i> (Ehrenberg) var. <i>binodis</i>
6 Pianura Padana			<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot, <i>Melosira varians</i> Agardh, <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow, <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing, <i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) Mann, <i>Navicula rostellata</i> Kützing, <i>Achnantheidium subhudsonis</i> (Hustedt) Kobayasi, <i>Luticola goepertiana</i> (Bleisch) Mann, <i>Hippodonta subrhombica</i> Metzeltin Lange-Bertalot & Garcia-Rodriguez
9 Alpi Mediterranee			<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow, <i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Kirchner, <i>Cymbella excisiformis</i> Krammer
4 Alpi Meridionali			
10 Appennino Settentrionale			

gati segnaliamo, oltre ad *A. subhudsonis*: *Cymbella tropica* Krammer, *Didymosphenia geminata* (Lyng.) Schmidt, *Eolimna comperei* Ector, Coste et Iserentant e *Reimeria uniseriata* Sala Guerrero e Ferrario.

Da un confronto tra la check-list delle specie inventariate e quelle incluse nella lista floristica proposta dall'Istituto Superiore di Sanità (MANCINI e SOLLAZZO, 2009) a supporto del calcolo dell'indice ICMi risulta che: dei 66 taxa identificati in Valle d'Aosta il 12% non è incluso nella lista ISS; dei 186 taxa rinvenuti in Liguria tra il 2008 e il 2010, il 29% non è incluso nella lista ISS; dei 256 taxa identificati in Piemonte, circa il 45% non è incluso nell'elenco dell'ISS. Per questo motivo, nel presente studio, il calcolo degli indici diatomici è stato effettuato utilizzando il programma OMNIDIA 5.3.

Calcolo degli indici diatomici

Per ciascun campione sono stati calcolati tutti gli indici diatomici finora elaborati dalla comunità scientifica; nei seguenti commenti si farà riferimento unicamente a IPS, TID e ICMi (Fig. 2)

In generale, l'indice TID appare come il più severo se confrontato con gli altri indici calcolati. Questo è dovuto al fatto che il TID è stato elaborato per corsi d'acqua montani il cui stato di trofia oscilla tra l'oligotrofico e l'ultraoligotrofico, con il fine di discriminare lievi variazioni nel carico trofico dei corsi d'acqua. Se da un lato il TID applicato a corsi d'acqua planiziali porta a giudizi decisamente severi, dall'altro è in grado di rilevare piccole differenze in termini di livello trofico. In particolare, nell'HER 1, l'utilizzo del TID permette di distinguere tra condizioni ambientali poco differenti, pur rimanendo nell'ambito dell'oligotrofia.

Per alcuni dei siti indagati è stato possibile fare un confronto tra siti considerati di riferimento (ovvero proposti dalle Agenzie Ambientali tra quelli soggetti a disturbo antropico molto basso o irrilevante) e siti di monitoraggio. Il test Mann-Whitney eseguito su queste due categorie per IPS, TID/4 e ICMi ha evidenziato differenze significative tra i valori di IPS e TID/4, risultando questi ultimi più alti nei siti di riferimento rispetto a quelli di monitoraggio. La differenza tra siti di riferimento e siti di monitoraggio non è invece significativa per l'ICMi; l'indice, pertanto, non risulta in grado di discriminare tra diverse condizioni di qualità, ma al contrario presenta valori omogenei per tutte le categorie investigate (monitoraggio e riferimento) (Tab. III).

Oltre ad avere dei range di variazione piuttosto ridotti, i valori dell'ICMi sono molto elevati e superano spesso l'unità. Dei 200 campioni investigati, circa l'81% ricade in I classe di qualità, il 14% in II, e solo il 3% in III e IV.

Un'attenta analisi della composizione delle comunità e delle specie risultate indicatrici nell'ISA, esclude che una così consistente percentuale di campioni possa essere considerata di elevata qualità.

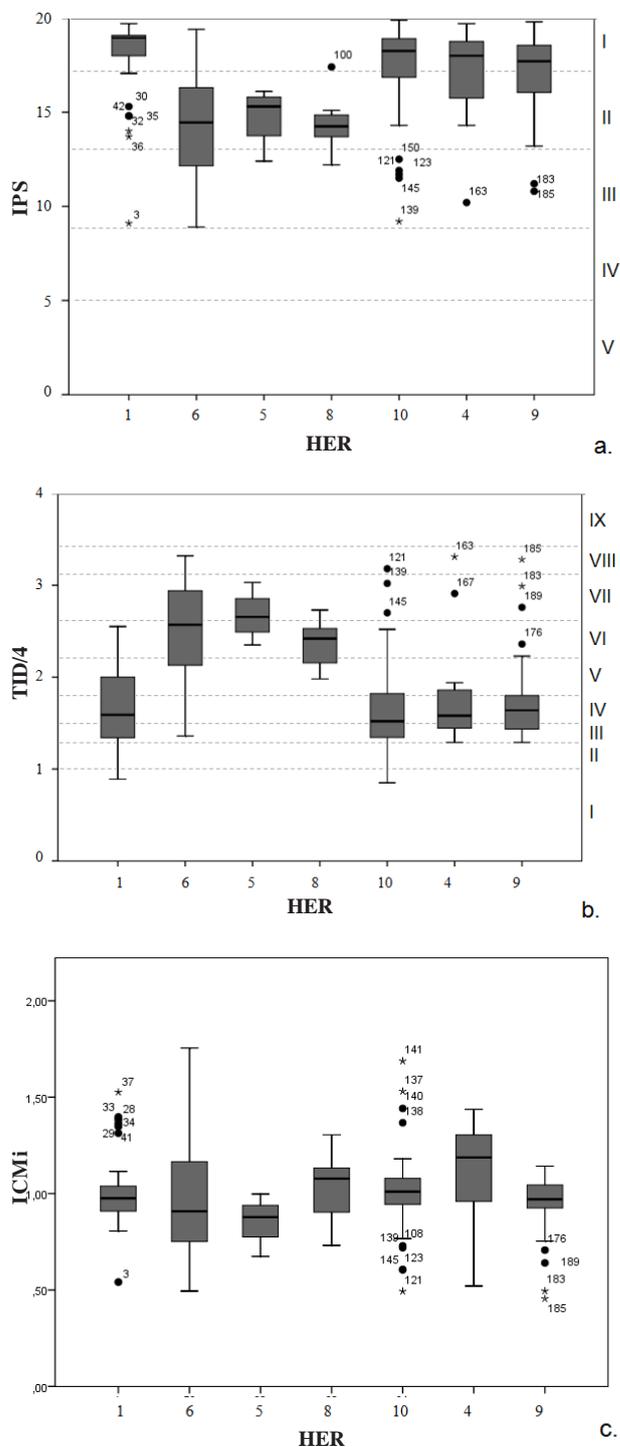


Fig. 2. Distribuzioni (box-plot) dei valori degli indici diatomici calcolati nelle diverse HER.

Tab. III. Statistiche descrittive e test Mann-Whitney effettuato per evidenziare differenze tra siti di riferimento (definiti a priori) e siti di monitoraggio.

		IPS	TID/4	ICMi
media (\pm dev.st)	RIFERIMENTO	18,70 (\pm 0,87)	1,43 (\pm 0,17)	1,01 (\pm 0,06)
	MONITORAGGIO	15,82 (\pm 2,80)	2,10 (\pm 0,61)	0,99 (\pm 0,26)
minimo-massimo	RIFERIMENTO	15,9-19,9	1,09-1,77	0,88-1,13
	MONITORAGGIO	8,9-19,7	0,85-3,32	0,46-1,76
mediana	RIFERIMENTO	19,01	1,37	1,00
	MONITORAGGIO	16,30	2,04	0,97
U di Mann-Whitney		1097	1020	2976
W di Wilcoxon		13187	2055	15066
Z		-6,995	-7,221	-1,498
Sig. Asint. a 2 code		0,000	0,000	0,134

a. Variabile di raggruppamento: Riferimento_Monitoraggio

DISCUSSIONE

I risultati di questa prima applicazione dell'ICMi evidenziano numerose criticità.

Per quanto riguarda la HER 1 (Alpi Occidentali), uno dei problemi maggiori è legato al campionamento della tipologia "piccolo-glaciale". Durante il periodo dello scioglimento dei ghiacciai, infatti, non è possibile rinvenire la comunità diatomica a causa della significativa presenza di materiale fine in sospensione che comporta un intorbidimento della colonna d'acqua e allo stesso tempo provoca uno stress meccanico che non permette lo sviluppo del perifiton (BONA *et al.*, 2011). Inoltre la qualità elevata, dal punto di vista chimico, rende difficile l'assegnazione di giudizi di qualità che riflettano le piccole variazioni di nutrienti dei siti campionati. Manca inoltre una metrica che sia in grado di evidenziare le alterazioni di tipo fisico (sbarramenti, briglie, soglie e modificazioni spondali) a cui è soggetta la maggior parte dei corsi d'acqua valdostani e che costituiscono la causa principale della loro perdita di naturalità ed integrità. Sarebbe importante in questi casi utilizzare variabili appositamente elaborate per il monitoraggio dei corsi d'acqua di montagna (es. indice TID) considerando inoltre le forme di crescita, particolarmente indicative del livello e della frequenza del disturbo fisico (alterazioni morfologiche/variazioni di portata) ed individuando i taxa endemici o in pericolo di estinzione. L'indice ICMi rende i giudizi omogenei, con la tendenza ad attribuire classi di qualità elevata. È inoltre molto importante non considerare unicamente la classe di qualità espressa dagli indici, ma anche il loro valore numerico.

Uno dei principali problemi riscontrati durante il monitoraggio in Liguria (HER 9 e 10) è l'importanza delle variazioni stagionali di portata. Le comunità

analizzate nel periodo primaverile appaiono spesso poco mature e dominate da taxa pionieri, prostrati e adnati, a strategia "r". In questo caso è importante affiancare al valore dell'indice stesso, una valutazione del grado di maturità della comunità sia in termini di biodiversità che di forme di crescita. Una comunità costituita prevalentemente da taxa appartenenti al genere *Achnantheidium* definirà, in base ai valori di sensibilità attribuiti nella formulazione degli indici, una condizione ambientale elevata, ma potrebbe non riflettere il vero stato ecologico del sito, nel momento in cui si trattasse di una comunità in fase di sviluppo.

Nonostante recenti aggiornamenti (presentati durante la riunione sulla validazione dei metodi di classificazione del DM 260/2010, tenutasi a Roma l'8 settembre 2010), la lista proposta dall'ISS a supporto delle Agenzie Ambientali ("LISTA DIATOMEIE ITALIANE 012012 Mancini *et al.*.xls") presente nell'area riservata Ispra), che dovrebbe essere utilizzata da queste ultime per il calcolo degli indici diatomici, appare ancora incompleta e imprecisa. Molte specie sono ancora escluse dall'elenco e permangono errori di nomenclatura e sinonimia [ad esempio, *Achnantheidium biasolettianum* (Grunow) Lange-Bertalot considerata sinonimo di *Achnantheidium lineare* W. Smith; *Anomoeoneis brachysira* (Brebisson) Grunow il cui nome aggiornato, non presente nella lista, è *Brachysira brebissonii* Ross; *Cyclotella pseudostelligera* Hustedt il cui nome aggiornato, non presente nella lista, è *Discotella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee].

Tra le specie mancanti segnaliamo specie di recente descrizione ma comunemente rinvenute nei corsi d'acqua dell'Italia nord-occidentale; mancano inoltre alcune specie considerate alloctone e tutte le più comuni forme teratologiche. La potenzialità dell'uti-

lizzo delle forme anormali per il monitoraggio di corsi d'acqua contaminati da metalli pesanti è ormai comprovata da numerose pubblicazioni scientifiche (per una review vedi FALASCO *et al.*, 2009). Escludere dal calcolo degli indici questa importante componente può implicare un errore nella valutazione dello stato ecologico dei siti monitorati.

In diverse occasioni (prima fra tutte la giornata di studio "Stato ecologico degli ambienti fluviali" tenutasi a Udine il 20 Aprile del 2010), molti operatori ARPA e altri esperti hanno segnalato come l'indice ICMi abbia la tendenza a rendere omogenei i giudizi di qualità espressi per condizioni che i parametri chimici e la conoscenza diretta degli operatori hanno dimostrato essere molto diverse. Il giudizio espresso dall'ICMi raramente si discosta dalla prima classe di qualità. Come già è stato segnalato più volte, i valori di riferimento definiti nel D.M. Ambiente 8 novembre 2010, n. 260 per il calcolo dell'indice appaiono troppo permissivi, in particolare per i macrotipi C e alcune tipologie mediterranee (M2-M3). In particolare, la scelta di valori di riferimento molto bassi, ossia II classe di qualità IPS (mesotrofico) e VI classe TID (eutrofico), comporta che gli RQE calcolati per IPS e

TID superino spesso l'unità, il che significa che il valore osservato in campo è superiore a quello atteso. Di conseguenza anche il valore finale dell'indice risulta spesso superiore a 1. Come già segnalato nel documento dell'ISS (MANCINI e SOLLAZZO, 2009), l'indice ICMi è ancora da considerarsi in fase sperimentale: si ribadisce pertanto la necessità di ricalibrare i valori di riferimento su una base di dati solida e tenendo in considerazione il giudizio esperto del personale specializzato delle Agenzie Regionali e della comunità scientifica.

Inoltre, è auspicabile la creazione di centri di riferimento locali in cui sia possibile l'aggiornamento sulla sistematica in continua evoluzione e in cui possano essere affrontate le problematiche specifiche del territorio monitorato.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro nasce dalla pluriennale collaborazione scientifica tra il Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi dell'Università di Torino e le Agenzie per la Protezione dell'Ambiente di Liguria e Valle d'Aosta ed è stato in parte finanziato dalla Fondazione Gorla-CRT nell'ambito del "Master dei Talenti della Società civile 2009-2010" e dall'ARPA Liguria.

BIBLIOGRAFIA

- BONA F., LA MORGIA V., FALASCO E., 2011. Predicting river diatom removal after shear stress induced by ice melting. *River Research and Applications* DOI: 10.1002/tra.1517
- D.M. AMBIENTE 8 NOVEMBRE 2010, N. 260. Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali - Modifica norme tecniche Dlgs 152/2006.
- DUFRENE M., LEGENDRE P., 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* **61**: 53-73.
- FALASCO E., BADINO G., BONA F., HOFFMANN L., ECTOR L., 2009. Diatom teratological forms and environmental alterations a review. *Hydrobiologia*, **623**: 1-35.
- HOHN M.H., HELLERMAN J., 1963. The taxonomy and structure of diatom populations from three eastern North American rivers using three sampling methods. *Transactions of the American Microscopical Society*, **82**: 250-329.
- HUSTEDT F., 1921. Zellpflanzen Ostafrikas, gesammelt auf der Akademischen Studienfahrt 1910 von Bruno Schröder VI. Bacillariales. *Hedwigia*, **63**: 117-173.
- HUSTEDT F., 1938. Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra. Systematischer Teil 1. *Archiv für Hydrobiologie - Supplement* **15**: 393-506.
- KRAMMER K., 1997. *Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema part.* Bibliotheca Diatomologica 36, J. Cramer, Stuttgart: 382 pp.
- KRAMMER K., 2000. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 1. The genus Pinnularia.* A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 703 pp.
- KRAMMER K., 2002. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 3. Cymbella.* A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 584 pp.
- KRAMMER K., 2003. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella.* A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 530 pp.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986. *Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae.* In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 876 pp.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1988. *Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 596 pp.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1991a. *Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena: 576 pp.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1991b. *Bacillariophyceae. 4.*

- Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis.* In: Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena: 437 pp.
- LANGE-BERTALOT H., 1993. *85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2/1-4.* Bibliotheca Diatomologica 27. J. Cramer, Stuttgart: 393 pp.
- LANGE-BERTALOT H., 2001. *Navicula sensu stricto. 10 genera separated from Navicula sensu lato. Frustulia.* In: Lange-Bertalot, H. (ed.), Diatoms of Europe. Volume 2. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell, Königstein, Germany: 256 pp.
- LANGE-BERTALOT H., METZELTIN D., 1996. *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. 2. Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen, kalkreich - oligodystroph - schwach gepuffertes Weichwasser.* A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell, Koeltz Scientific Books: 390 pp.
- LANGE-BERTALOT H., STEINDORF A., 1996. Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, **28**: 633-677.
- LAVOIE I., CAMPEAU S., GRENIER M., DILLON P.J., 2006. A diatom-based index for the biological assessment of eastern Canadian rivers: an application of correspondence analysis (CA). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **63**: 1793-1811.
- LECOINTE C, COSTE M. PRYGIEL J., 1993. Omnidia: Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiology*, **269/270**: 509-513.
- LEVKOV Z., KRSTIC S., METZELTIN D., NAKOV T., 2007. *Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid. About 500 taxa from ancient lake system.* In Lange-Bertalot, H. (ed.), Iconographia Diatomologica 16, Annotated Diatom Monographs, Biogeography-Ecology-Taxonomy. A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 649 pp.
- MANCINI L., SOLLAZZO C., 2009. *Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatommiche.* Roma: Istituto Superiore di Sanità. (Rapporti ISTISAN 09/19).
- MCCUNE B., MEFFORD M.J., 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.* MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA.
- METZELTIN D., LANGE-BERTALOT H., GARCÍA-RODRÍGUEZ F., 2005. *Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere.* In: Lange-Bertalot, H. (ed.), Iconographia Diatomologica 15, Annotated Diatom Monographs, Taxonomy-Biogeography-Diversity. A.R.G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 736 pp.
- REICHARDT E., 1999. *Zur Revision der Gattung Gomphonema. Die Arten um G. affine/insigne, G. angustatum/micropus, G. acuminatum sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen.* In: Lange-Bertalot, H. (ed.), Iconographia Diatomologica 8, Annotated Diatom Monographs. A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 203 pp.
- SIMKHADA B., 2006. *Diatoms as indicators of environmental change in lakes and ponds of the lowlands, Middle Hills and High Himalaya of Nepal.* Ph. D. Thesis, University of Bielefeld, Bielefeld.
- SIMONSEN R., 1987. *Atlas and Catalogue of Diatom Types of Friedrich Hustedt, Vol. I-III.* Cramer J., Berlin: 1741 pp.
- UNI EN 13946:2005 *Qualità dell'acqua - Norma guida per il campionamento di routine ed il pretrattamento di diatomee bentoniche da fiumi.*
- UNI EN 14407:2004 *Qualità dell'acqua - Linea guida per l'identificazione, il conteggio e la classificazione di campioni di diatomee bentoniche da acque correnti.*
- VAN DE VIJVER B., ECTOR L., BELTRAMI M.E., DE HAAN M., FALASCO E., HLÚBIKOVÁ D., JARLMAN A., KELLY M., NOVAIS M.H., WOJTAL A.Z., 2010. A critical analysis of the type material of *Achnanidium lineare* W. Sm. (Bacillariophyceae). *Algological Studies*, **136/137**: 167-191.
- WERUM M., LANGE-BERTALOT H., 2004. *Diatomeen in Quellen unter hydrogeologischen und anthropogenen Einflüssen in Mitteleuropa und anderen Regionen.* In: Lange-Bertalot, H. (ed.), Iconographia Diatomologica 13, Annotated Diatom Monographs, Ecology - Hydrogeology - Taxonomy. A. R. G. Gantner Verlag K. G., Ruggell: 417 pp.
- ZELINKA M., MARVAN P., 1961. Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, **57**: 389-407.