

Analisi della comunità delle diatomee epilittiche di sette corsi d'acqua dell'Alto Adige

Cristina Cappelletti, Francesca Ciutti, Maria Elena Beltrami,
Renate Alber & Anna Mutschlechner

Abstract

Analysis of diatom communities of seven watercourses in South Tyrol

The Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD) recommends the European countries to assess watercourses quality using phytobenthos, macroinvertebrates, fish and macrophytes.

This work is part of the European project STAR (Standardisation of River Classifications: framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive) and consists of a study of epilithic diatom communities of seven "small, calcareous watercourses in the Alps" in Alto Adige.

Diatoms sampling and analysis of physical-chemical parameters were carried out during July 2002. Samples treatment and permanent slides preparation followed STAR and EN protocols.

Biological quality of watercourses was evaluated with some diatom biological indices calculated using the software OMNIDIA ver. 4.2.

Results obtained with diatom indices show that studied watercourses can be considered as unpolluted. In four streams (Gardena, Funes, Stolla, Sesto) the presence of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt has been recorded; this species is considered invasive in many countries and its distribution in Italy is not well known yet.

This work represents a contribute to the characterization of diatom communities of Alto Adige.

Keywords: diatoms, biological indices, I.B.E., *Didymosphenia geminata*, monitoring, South-Tyrol, Italy

1. Introduzione

Le diatomee sono alghe unicellulari del feltro perfitico che riveste massi e ciottoli (diatomee epilittiche), piante acquatiche (diatomee epifittiche) e sedimento (diatomee epipeliche) dei corsi d'acqua. Sono caratterizzate da un'elevata biodiversità ed occupano un largo spettro di nicchie ecologiche. Le comunità di diatomee reagiscono rapidamente ai cambiamenti della qualità dell'acqua: sono pertanto ottimi bioindicatori, a fianco delle altre comunità acquatiche, come quella dei macroinvertebrati e dei pesci, che integrano però la qualità ambientale su un periodo più lungo (STEVENSON & PAN 1999).

Gli studi sulla bioindicazione hanno ricevuto grande stimolo dall'emanazione della Direttiva 2000/60/EC (WFD), che ribadisce l'importanza di un approccio integrato alla caratterizzazione, valutazione e monitoraggio degli ecosistemi fluviali. Essa prevede infatti di classificare i corsi d'acqua secondo livelli di integrità biologica, utilizzando metodologie che facciano riferimento a diversi comparti ambientali (macroinvertebrati bentonici, fauna ittica, flora acquatica - macrofite e fitobentos) e non più solamente alla

comunità dei macroinvertebrati, come previsto in Italia dal D. lgs. 152/99 e successive modifiche.

In molti paesi europei ed extraeuropei gli indici diatomici sono utilizzati routinariamente nel monitoraggio della qualità biologica dei corsi d'acqua (WHITTON et al. 1991, ÁCS et al. 2006). In Italia analisi condotte su corsi d'acqua di tipologia appenninica, hanno portato allo sviluppo dell'Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione - EPI-D - basato sulla sensibilità delle diatomee nei confronti dei sali nutritivi (eutrofizzazione), della sostanza organica (polluzione) e della mineralizzazione dell'acqua, più specificatamente dei cloruri (DELL'UOMO 2004, TORRISI & DELL'UOMO 2006, SCURI et al. 2006). Tale indice è stato applicato anche in realtà differenti come, ad esempio, quelle dei corsi d'acqua alpini (BATTEGAZZORE et al. 2004, BONA et al. 2007, CAPPELLETTI et al. 2003, CIUTTI et al. 2000, 2004).

Il presente studio è parte integrante del progetto europeo STAR "Standardisation of River Classifications: framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive", sviluppato nell'ambito dell'implementazione della Direttiva Quadro sulle Acque. Esso ha coinvolto 14 stati europei, differenti ecoregioni e diverse tipologie di corsi d'acqua con diversa tipologia di disturbo.

Il presente lavoro ha lo scopo di effettuare una prima caratterizzazione delle comunità diatomiche e di testare l'applicabilità di indici diatomici esistenti su alcuni corsi d'acqua della tipologia "piccoli corsi d'acqua calcarei" della provincia di Bolzano.

2. Territorio di studio

Lo studio è stato condotto in dieci stazioni site su sette corsi d'acqua dell'Alto Adige della tipologia "piccoli corsi d'acqua calcarei" dell'Ecoregione Alpi, nei quali lo stress dominante era rappresentato dalla degradazione morfologica. (Fig. 1). Allo stress morfologico è stato attribuito un valore compreso tra 1 e 5 nel senso di stress decrescente. Come si osserva in Tabella 1 le stazioni definite da un valore di stress 5 (CAS, GROE4 e STOL11) non presentavano alterazioni morfologiche ed erano da considerarsi naturali. Tali stazioni presentavano una buona qualità chimica (dati Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente) ed erano da considerarsi "non inquinate".

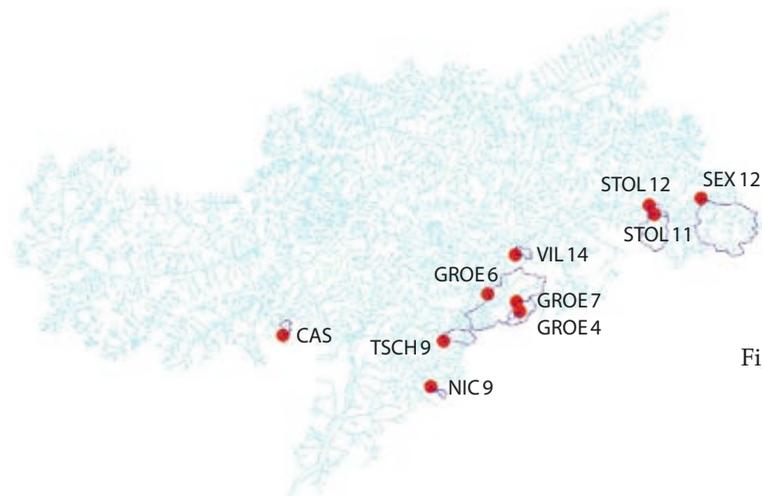


Fig. 1: Mappa della stazioni.

Tab. 1: Caratterizzazione delle stazioni di indagine. Le classi di degradazione morfologica sono: 5 ottimo, 4 buono, 3 mediocre, 2 cattivo, 1 pessimo.

Corso d'acqua	Stazione	Codice stazione	Bacino	Distanza sorgente [km]	Area bacino [km ²]	Long.	Lat.	Alt. m s.l.m.	Classe di degradazione morfologica
Rio della Cascata	Cascata 3,3	CAS	Adige	3,3	4,5	11°07'34,3"	46°29'57,2"	1290	5
Rio S. Nicolò	S.Nicolò 1,4	NIC9	Adige	1,4	3,2	11°31'26,0"	46°23'43,3"	1350	4
Rio di Camin	Camin 5,2	TSCH8	Adige	5,2	15,4	11°33'46,1"	46°28'47,7"	1190	3
Rio Gardena	Gardena 11,7	GROE6	Adige	11,7	116,6	11°41'19,3"	46°33'55,3"	1260	4
	Gardena 4,4	GROE7	Adige	4,4	20,2	11°45'58,0"	46°32'57,2"	1570	1
	Gardena 2,3	GROE4	Adige	2,3	4,1	11°46'22,2"	46°31'50,6"	1805	5
Rio Funes	Funes 2,7	VIL14	Adige	2,7	5,7	11°46'00,4"	46°38'13,5"	1690	4
Rio Stolla	Stolla 9,4	STOL12	Adige	9,4	40,0	12°08'18,4"	46°43'11,4"	1202	3
	Stolla 6,9	STOL11	Adige	6,9	33,9	12°09'05,5"	46°42'11,3"	1360	5
Rio Sesto	Sesto 15,8	SEX12	Danubio	15,8	107,0	12°16'49,0"	46°43'48,2"	1180	2

3. Materiale e metodi

Il campionamento delle diatomee epilittiche è stato eseguito durante l'estate 2002 in accordo con il protocollo STAR (2002), stilato sulla base della più recente bibliografia (KELLY et al. 1998, WINTER & DUTHIE 2000, ROLLAND et al. 1997). Le diatomee sono state prelevate raschiando con uno spazzolino i substrati duri presenti (un minimo di 5 ciottoli per un totale di superficie campionata pari a circa 100 cm²). I campioni sono stati trattati in laboratorio con perossido di idrogeno 30% fino a completa ossidazione della sostanza organica e con acido cloridrico 1 M per la dissoluzione del carbonato di calcio. I frustuli puliti sono stati quindi montati in vetrini permanenti, utilizzando la resina sintetica Naphrax® (indice di rifrazione 1.7). La determinazione tassonomica è stata effettuata fino al livello di specie con osservazione al microscopio ottico a 1000 ingrandimenti e l'impiego della specifica iconografia diatomologica (KRAMMER & LANGE - BERTALOT 1991-2000). Per il presente lavoro la valutazione dell'abbondanza relativa delle specie è stata effettuata attraverso il conteggio di 400 valve per uniformarsi a quanto previsto dal protocollo EN 14407 (2004). Il protocollo STAR prevedeva invece il conteggio di 300 valve/campione. Il calcolo degli indici diatomici è stato effettuato attraverso l'impiego del software Omnidia ver. 4.2. (LECOINTE et al. 1993). I valori ottenuti sono standardizzati in scala 1- 20, così da rendere più semplice ed immediato il confronto tra i diversi metodi. Gli indici diatomici

considerati sono: l'Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione - EPI-D (DELL'UOMO 2004), l'Indice Saprobico - SID Rott (ROTT et al. 1997), l'Indice Trofico - TID Rott (ROTT et al. 1999), l'Indice di Polluzione Specifica - IPS (COSTE in CEMAGREF 1982). Per i valori autoecologici delle specie relativi alla trofia, al grado saprobico ed alla sensibilità al pH, si è fatto riferimento a VAN DAM et al. (1994).

La stima del disturbo fisico, legato ai fattori responsabili della sedimentazione – risospensione delle particelle solide, è stato valutato applicando l'indice NNS (= *Navicula*, *Nitzschia* e *Surirella*) (BAHLS 1993), che consente di quantificare il grado di disturbo fisico mediante la valutazione della percentuale di specie mobili nel campione.

$$NNS = (S_{Navicula} + S_{Nitzschia} + S_{Surirella}) / S_{totale} * 100$$

dove S_i rappresenta il numero di specie appartenenti all'*i*-esimo genere e "S totale" il numero totale di specie nel campione. In linea di principio si ipotizza che fattori naturali o antropogenici di disturbo possano portare ad un incremento delle specie mobili della comunità diatomica.

In ogni stazione il campionamento delle diatomee è stato effettuato in contemporanea con il prelievo dell'acqua per le analisi chimiche (A.P.H.A 1998) e con l'indagine della comunità dei macroinvertebrati, effettuata secondo la metodica IBE (GHETTI 1997).

L'Indicator Species Analysis (ISA), con il test di significatività Monte Carlo (DUFRÈNE & LEGENDRE 1997) è stata effettuata sui dati relativi alla comunità diatomica, utilizzando il software PC-ORD (MCCUNE & MEFFORD 1999).

4. Risultati e discussione

L'analisi dei 10 campioni ha evidenziato, nel solo conteggio di 400 valve per campione, la presenza di un numero elevato di specie e varietà (53). Il numero totale di taxa identificati per stazione varia da 12 a 30: il numero minore (12) è stato osservato sul rio Stolla nella stazione STOL 12, mentre il numero maggiore (30) sul rio Gardena nella stazione GROE 4. Le specie sempre presenti sono *Achnanthydium biasolettianum* (Grunow) Lange-Bertalot (abbondanza 2-62%), *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki (abbondanza 12-62%), *Fragilaria capucina* Desmazieres var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot (abbondanza 3-5%), *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt et Lange-Bertalot (abbondanza 1-62%) (Tab. 2).

Tab. 2: Elenco delle diatomee epilitiche rinvenute nel conteggio di 400 valve per campione secondo le seguenti categorie di abbondanza relativa: r rara (1); o occasionale (<1; <5); f frequente (≥ 5 ; <10); c comune (≥ 10 ; <50); a abbondante (≥ 50).

Codice specie	Specie	CAS	NIC9	TSCH8	GROE6	GROE7	GROE4	VIL14	STOL12	STOL11	SEX12
ADBI	<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow) Lange-Bertalot	c	a	c	a	a	c	c	f	f	c
ADMI	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
APEL	<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing					r				r	
AINA	<i>Amphora inariensis</i> Krammer			r			r			o	
APED	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow				r		o	r		r	
CBAC	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve			r							
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg						r				c
CPLA	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg		f	c	c	c	c	o	c	a	c
CMLF	<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot			f						o	
CAFF	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	f	c	o	o	o	o	o		f	o
CLBE	<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer		r		o	o	f	r			
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing			o						o	r
DEHR	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	c		o						o	o
DHIE	<i>Diatoma hyemalis</i> (Roth) Heiberg						r				
DMES	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	r	r	c	o	o	c	f		f	r
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing			o	c	o	f			o	o
DVUL	<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824			c	o	r				o	f
DGEM	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt									r	f
EARE	<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore) Crawford			r							
ENMI	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G. Mann	o		c	c	c	f	c	o	f	f
ESLE	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann						r				
EULA	<i>Eucocconeis laevis</i> (Oestrup) Lange-Bertalot			r		r	r				
FARC	<i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve	c	c	c	o	o	o	c		r	o
FCRP	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	f			r				o		
FCAU	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>austriaca</i> (Grunow) Lange-Bertalot	c		f							c
FCVA	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	o	f	c	c	c	c	o	f	c	f
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst			o	o	r	o		o	f	
GANT	<i>Gomphonema angustum</i> Agardh		r								
GGRA	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg			r							

Codice specie	Specie	CAS	NIC9	TSCH8	GROE6	GROE7	GROE4	VIL14	STOL12	STOL11	SEX12
GOLI	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>		c	o	c	c	c	r	c		o
GOOL	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot		o								
GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	a	c	a	c	f	c	a	a	a	c
GTER	<i>Gomphonema tergestinum</i> Fricke	o	o		r				f	r	
MCIR	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A.Agardh			r		f	f		r	o	
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing					r	r				
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot			r		o	r				o
NEXI	<i>Navicula exilis</i> Kützing	r				r					
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Donkin				r	r					
NLAN	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg				o	o	o				
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory			r	o	f	c	o			
NZAL	<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt				r	r	r				
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow									r	
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow				o	o	f			o	
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow			o	f	r	r				o
NINC	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow				r						
NLIN	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith						o				
NIPR	<i>Nitzschia pura</i> Hustedt			o	r	o	f	o			
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow				r						
PLFR	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot					r					
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	f	o	c	c	c	c	f	r		f
SRPI	<i>Staurosira pinnata</i> Ehrenberg			r						o	
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot				r						
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère									r	

Interessante risulta la presenza di *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt nelle stazioni del rio Gardena (GROE7 e GROE4), del rio Funes (VIL14), del rio Stolla (STOL12 e STOL11) e del rio Sesto (SEX12). In particolare, nelle ultime due stazioni la presenza della specie è rispettivamente rara e frequente, dato che esemplari di *D. geminata* sono stati rinvenuti anche nella conta delle 400 valve. La specie è stata recentemente segnalata sia in Alto Adige sia in Trentino (BELTRAMI et al. 2007, 2008).

La specie è originaria del Nord Europa e del Nord America ed è segnalata in diversi paesi dell'emisfero nord, dove è ritenuta indigena (ISSG Global Invasive Species Database 2005). Anche se è descritta come tipica di acque oligotrofiche di zone di montagna, recenti studi ne rivelano la presenza in tratti medi di corsi d'acqua con caratteristiche ecologiche diverse, in acque mesotrofiche e sporadicamente anche in acque eutrofiche (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1997a, KAWECKA & SANECKI 2003).

L'interesse verso *D. geminata* nasce dalla potenziale capacità invasiva della specie. In Nuova Zelanda si osservano regolarmente sviluppi massivi con tappeti algali di spessore superiore ai 3 cm (KILROY 2004). Questi possono arrecare gravi squilibri alle comunità acquatiche (dalla comunità algale, a quella macrobentonica, a quella ittica) (MUNDIE & CRABTREE 1997), ma possono diventare anche estremamente preoccupanti dal punto di vista economico, danneggiando anche attività produttive come quella ittica e quella idroelettrica (KILROY 2004).

La mancanza di dati storici per tale territorio (GIAJ-LEVRA & ABATE 1994), nonché l'esigua presenza della specie nei siti indagati, non permettono di ipotizzare la sua natura invasiva in Alto Adige. Come in Trentino, si sottolinea che la specie è stata rinvenuta in acque generalmente pulite e oligotrofiche e sempre con abbondanza estremamente bassa. Si ipotizza che *D. geminata* abbia una più ampia distribuzione in Italia; ulteriori studi si rendono necessari per incrementare le conoscenze relative all'ecologia ed alla modalità di colonizzazione della specie (BELTRAMI et al. 2007, 2008).

Dall'analisi delle comunità diatomiche risulta che, in tutti i siti di indagine, le specie presenti con abbondanza almeno superiore all'1%, sono caratteristiche di ambienti con pH > 7 (da neutrofile ad alcalibioti) (VAN DAM et al. 1994). La maggior parte delle specie appartiene alle categorie trofiche definite da mesotrafentiche ad eutrafentiche (VAN DAM et al. 1994) e le poche specie oligotrafentiche caratterizzano esclusivamente i corsi d'acqua di qualità lievemente migliore, quelli definiti oligotrofici dal TID Rott (rio Cascata, rio Camin, rio S. Nicolò, rio Funes e rio Sesto) (Tabb. 3 e 4).

Codice specie	pH	Sistema trofico	Sistema saprobico
ADBI	alcalifila	mesotrafentica	-
ADMI	neutrofila	indifferenti	beta-mesosaprobia
CAFF	alcalifila	eutrafentica	beta-mesosaprobia
CLBE	-	-	-
CPLA	alcalifila	eutrafentica	beta-mesosaprobia
DEHR	alcalibionte	meso-eutrafentica	alfa-mesosaprobia
DGEM	-	-	-
DMES	neutrofila	mesotrafentica	oligosaprobia
DMON	-	-	-
DTEN	alcalifila	eutrafentica	alfa-mesosaprobia
DVUL	alcalibionte	meso-eutrafentica	beta-mesosaprobia
ENMI	neutrofila	-	-
FARC	alcalifila	oligo meso trafentica	beta-mesosaprobia
FCAU	alcalifila		-
FCRP	neutrofila	oligo meso trafentica	-
FCVA	alcalifila	eutrafentica	alfa-mesosaprobia
GANG	-	-	-
GOLI	alcalibionte	eutrafentica	beta-mesosaprobia
GOOL	neutrofila	mesotrafentica	oligosaprobia
GPUM	-	indifferenti	-
MCIR	alcalifila	indifferenti	beta-mesosaprobia
NDIS	alcalifila	meso-eutrafentica	beta-mesosaprobia
NFON	alcalifila	meso-eutrafentica	beta-mesosaprobia
NIPR	-	-	oligosaprobia
NLAN	alcalifila	eutrafentica	alfa-mesosaprobia
NTPT	alcalifila	eutrafentica	beta-mesosaprobia
RSIN	neutrofila	mesotrafentica	beta-mesosaprobia

Tab.3: Valori autoecologici delle specie più abbondanti (abbondanza > 1%, almeno in un campione) secondo VAN DAM et al. (1994), per la sensibilità al pH, alla trofia ed alla saprobietà.

Tab. 4: Risultati dell'analisi della qualità biologica mediante indici diatomici.

Stazione	EPI-D ₁₋₂₀		IPS		SIDRott		TIDRott		NNS
	valore	classe qualità	valore	classe qualità	valore	classe qualità saprobica	valore	classe qualità trofica	
CAS	17,2	I	19,3	I	16,5	oligo-betamesosaprobico	15,9	oligotrofico	7,1
NIC9	17,4	I	19,6	I	16,7	oligo-betamesosaprobico	14,9	oligotrofico	0,0
TSCH8	16,6	I	18,7	I	15,3	oligo-betamesosaprobico	14,7	oligotrofico	13,8
GROE6	16,6	I	19,0	I	15,7	oligo-betamesosaprobico	12,9	mesotrofico	35,7
GROE7	16,8	I	19,1	I	15,5	oligo-betamesosaprobico	12,4	mesotrofico	34,5
GROE4	16,6	I	18,5	I	14,8	betamesosaprobico	12,0	mesotrofico	30,0
VIL14	16,9	I	19,7	I	16,0	oligo-betamesosaprobico	15,2	oligotrofico	13,3
STOL12	16,2	I	18,9	I	15,2	oligo-betamesosaprobico	13,3	mesotrofico	0,0
STOL11	16,5	I	18,5	I	15,5	oligo-betamesosaprobico	13,2	mesotrofico	8,0
SEX12	17,2	I	19,2	I	15,7	oligo-betamesosaprobico	14,7	oligotrofico	10,0

Questi ultimi sono caratterizzati dalla presenza di *A. biasolettianum*, *A. minutissimum*, *G. pumilum*, *Fragilaria arcus* (Ehrenberg) Cleve, *Reimeria situata* (Gregory) Kocioleck et Stoermer. In particolare *A. biasolettianum* e *G. pumilum* sono indicate come specie con bassi optimum per i nitrati e per il fosforo totale in corsi d'acqua di tipologia alpina austriaci (PIPP 2001), così come *F. arcus* è presente in corsi d'acqua buoni o leggermente inquinati nella regione alpina e pirenaica su substrati sia calcarei sia silicei (RIMET et al. 2007), anche se caratteristicamente abbondante nelle sorgenti silicee alpine (CANTONATI 1998) e non su corsi d'acqua carbonatici, come quelli indagati nel presente lavoro. I corsi d'acqua mesotrofici (rio Gardena e rio Stolla) sono comunque caratterizzati dalla abbondante presenza di *A. biasolettianum*, *A. minutissimum* e *G. pumilum* in associazione con specie come *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *F. capucina* var. *vaucheriae*, *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson var. *olivaceum* e *R. situata*, da meso a eutrafentiche. L'associazione *C. placentula* e *R. situata* è stata associata da RIMET et al. (2007) a corsi d'acqua alpini di buona qualità (IPS pari a 16), debolmente carichi di nutrienti e sostanza organica (N-NO₃ medio di 800 µg/l e P-PO₄ medio di 30 µg/l). ROTT et al. (2003) individuano l'associazione *R. situata* - *F. capucina* var. *vaucheriae* per acque leggermente cariche di azoto e fosforo (TP inferiore a 50 µg/l e N-NO₃ inferiore a 2000 µg/l).

L'Indicator Species Analysis ha permesso di individuare alcune specie che caratterizzano le comunità diatomiche dei siti definiti come oligotrofici (gruppo 1) e come mesotrofici (gruppo 2) dall'Indice TID Rott ($p < 0.05$). In particolare *F. arcus* risulta essere indicatrice dei primi, mentre *C. placentula*, *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst e *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow dei secondi (Tab. 5).

Tab.5: Diatomee caratteristiche dei corsi d'acqua definiti come oligotrofici (gruppo 1) e mesotrofici (gruppo 2) secondo l'indice TID-Rott con l'Indicator Species Analysis.

Codice specie	gruppo	p
CPLA	2	0,02
FARC	1	0,02
GANG	2	0,04
NDIS	2	0,04

Gli indici diatomici EPI-D ed IPS rilevano un'ottima qualità (I classe) in tutte le stazioni indagate, mentre l'indice SID Rott, formulato per rilevare in modo specifico il carico organico, evidenzia una leggera alterazione di tutte le stazioni, inquadrata come ambienti di tipo oligo-betamesosaprobico ad eccezione del sito GROE4, che presenta una qualità lievemente peggiore (ambiente betamesosaprobico) (Tab. 4). I primi due indici considerati appartengono a quella tipologia di indici diatomici che valuta, nell'accezione più ampia del termine, la qualità generale dell'acqua. A titolo di esempio, l'indice EPI-D, sviluppato per l'Italia, integra l'inquinamento organico biodegradabile con il livello trofico ed il grado di mineralizzazione dell'acqua (DELL'UOMO 2004). L'analisi del TID Rott, effettuata per verificare il grado di trofia dei corsi d'acqua, evidenzia un livello generale di mesotrofia sul rio Gardena e sul rio Stolla, mentre gli altri corsi d'acqua sono inquadrati come ambienti oligotrofici. E' interessante osservare che secondo l'indice NNS, le stazioni del rio Gardena sono quelle che presentano il maggior disturbo fisico.

L'analisi della comunità dei macroinvertebrati evidenzia una I classe di qualità nelle stazioni site sui rii Cascata, S. Nicolò, Camin, Funes e Stolla, ad eccezione di quelle site sul rio Gardena e dell'unica stazione sul rio Sesto. Nelle stazioni GROE 6 e GROE 7 il giudizio di qualità è di "ambiente con moderati sintomi di alterazione" e nelle stazioni GROE 4 e SEX 12 la classe di qualità è II/I (Tab. 6).

Tab.6: Risultati dell'indagine biologica I.B.E. (basata sulla comunità biologica dei macroinvertebrati).

Stazione	I.B.E.	classe I.B.E.	giudizio di qualità I.B.E.
CAS	11	I	Ambiente non alterato in modo sensibile
NIC9	11	I	Ambiente non alterato in modo sensibile
TSCH8	10	I	Ambiente non alterato in modo sensibile
GROE6	9	II	Ambiente con moderati sintomi di alterazione
GROE7	9	II	Ambiente con moderati sintomi di alterazione
GROE4	9/10	II/I	
VIL14	10/11	I	Ambiente non alterato in modo sensibile
STOL12	10	I	Ambiente non alterato in modo sensibile
STOL11	10	I	Ambiente non alterato in modo sensibile
SEX12	9/10	II/I	

I risultati dell'indagine chimica (Tab.7), pur nei limiti di un'unica campagna di prelevamento, sono in sostanziale accordo con il quadro fornito dagli indici diatomici. Il contenuto dei nutrienti e della sostanza organica disciolta presenta valori bassi, in equilibrio con il contesto dell'ambiente montano circostante. Un'osservazione particolare riguarda il contenuto in cloruri nella stazione GROE6, la più a monte del rio Gardena, che potrebbe essere legato però alla geologia peculiare del sito, piuttosto che a segnali di antropizzazione.

Tab.7: Parametri idrochimici.

Parametri chimico-fisici		CAS	NIC9	TSCH8	GROE6	GROE7	GROE4	VIL14	STOL12	STOL11	SEX12
temperatura acqua	°C	9,4	5,8	7,6	11,8	8,6	8	10,9	9,2	6,7	9,5
O ₂	mg/l ⁻¹	8,5	9,4	9,2	8,8	8,9	8,9	8,8	9,4	9,8	9,7
O ₂	%	87	88	88	95	92	93	94	94	97	98
pH 20°C	unità	8,29	7,93	8,04	8,15	7,96	8,16	8,15	8,17	7,85	8,25
BOD5	mg/l	<1	1,6	1,1	1,6	1,4	1,2	<1	<1	1,3	1,5
conduttività 20°C	μS cm ⁻¹	338	223	205	301	289	309	297	364	349	417
durezza	°F	18,3	11,1	10,7	14,9	13,8	15,0	15,7	18,8	17,8	21,3
alcalinità (CaCO ₃)	μeq l ⁻¹	3370	2009	2066	2717	2371	2941	3057	2974	2812	2500
fosforo reattivo (P-PO ₄)	μg l ⁻¹	1	1	2	7	3	2	2	1	2	1
fosforo totale (P)	μg l ⁻¹	3	3	5	16	18	14	7	6	6	4
azoto ammonico (N-NH ₃)	μg l ⁻¹	<10	<10	<10	17	<10	<10	<10	<10	<10	<10
azoto nitrico (N-NO ₃)	μg l ⁻¹	860	470	530	390	410	320	170	330	330	400
azoto nitroso (N-NO ₂)	μg l ⁻¹	<1	<1	<1	<1	1	1	1	1	1	2
solforati (SO ₄ ⁼)	mg l ⁻¹	3	11,2	2,6	18,7	22,5	7,4	7,2	31,8	30,9	77,4
ione calcio (Ca ²⁺)	mg l ⁻¹	38,4	26,3	20,3	39,5	37,6	39,1	38,9	45,6	44,3	49,7
ione magnesio (Mg ²⁺)	mg l ⁻¹	21,3	9,5	12,0	11,9	11,0	12,1	15,0	15,6	15,1	17,4
ione sodio (Na ⁺)	mg l ⁻¹	0,5	0,9	0,2	3,8	3,4	6,0	0,7	1,7	1,3	1,9
ione potassio (K ⁺)	mg l ⁻¹	0,1	0,4	0,2	0,7	0,5	0,5	0,9	0,5	0,4	0,5
cloruri (Cl ⁻)	mg l ⁻¹	0,5	1,0	0,2	1,8	2,5	4,6	0,2	0,6	0,5	2,1

In generale è possibile dire che sia le analisi biologiche sia quelle chimiche evidenziano ambienti di ottima o buona qualità. Nonostante il limitato numero di stazioni indagate appartenenti ad una unica tipologia di corsi d'acqua è possibile affermare, come in lavori precedenti riguardanti i corsi d'acqua alpini del Trentino (CIUTTI et al. 2004) che, le leggere differenze riscontrate tra i diversi indici diatomici potrebbero essere imputabili ai valori indicatori delle singole specie, diversi nei differenti metodi, sviluppati e calibrati in realtà e tipologie di corsi d'acqua diversi. Per la vicinanza territoriale è ipotizzabile che gli indici sviluppati per l'Austria possano meglio fotografare la realtà dell'Alto Adige. In particolare, interessanti sembrano essere i risultati emersi dall'indice trofico di Rott (TID Rott), che riesce a discriminare meglio, rispetto agli altri indici diatomici, anche tra stazioni di relativa buona qualità, evidenziando una situazione di leggera alterazione, seppur contenuta, sul rio Gardena e sul rio Stolla. E' interessante osservare come l'IBE sia in accordo con la metrica NNS nell'evidenziare sintomi di moderata alterazione fisica in alcuni corsi d'acqua (in particolare il rio Gardena). Questa tipologia di alterazione, infatti, non viene valutata dagli indici diatomici, che valutano esclusivamente la qualità generale dell'acqua, in relazione soprattutto, alla presenza di nutrienti e di sostanza organica. Emerge comunque la necessità di avviare una raccolta di dati sulla tipologia "piccoli corsi d'acqua" nell'ecoregione Alpi per la caratterizzazione delle comunità diatomiche e la messa a punto di una metodica standardizzata che possa essere applicata nei monitoraggi di qualità, da affiancare a quelli effettuati routinariamente sulla comunità dei macroinvertebrati. Si sottolinea comunque l'importanza di un approccio di studio integrato (non solo biologico-chimico, ma anche tra comparti biologici diversi), perché comunità biologiche diverse reagiscono diversamente a differenti fonti di stress.

Riassunto

La Direttiva 2000/60/EC (WFD) raccomanda agli stati membri di definire lo stato ecologico dei corsi d'acqua attraverso l'analisi delle comunità biologiche di macroinvertebrati, pesci, macrofite e fitobenthos.

Nell'ambito del progetto Europeo STAR (Standardisation of River Classifications: Framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive) è stato svolto uno studio sulla comunità delle diatomee epilitiche di 7 corsi d'acqua dell'Alto Adige, riferibili alla tipologia "piccoli corsi d'acqua calcarei nelle Alpi".

I campionamenti delle diatomee e le analisi dei parametri chimico-fisici sono stati svolti nel luglio 2002 seguendo i protocolli STAR. Al fine della valutazione della qualità biologica, sono stati calcolati i valori di diversi indici diatomici attraverso l'utilizzo del software OMNIDIA ver. 4.2.

In generale i risultati evidenziano come i corsi d'acqua oggetto di studio siano considerati non inquinati secondo gli indici diatomici utilizzati. In 4 corsi d'acqua (Gardena, Funes, Stolla, Sesto) è stata rilevata la presenza di *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M.Schmidt, specie considerata invasiva in molti stati e la cui distribuzione in Italia non è del tutto nota.

Il presente lavoro rappresenta un contributo alla caratterizzazione della comunità delle diatomee in Alto Adige.

Bibliografia

- ÁCS E., KISS K.T., PADISÁK J. & SZABÓ K.É. (eds.), 2006: 6th International Symposium, Use of algae for monitoring rivers. Balatonfüred, Hungary, 12-16 September 2006, Hungarian Algological Society, 193 pp.
- A.P.H.A., 1998: Standard methods for the examination of wastewater. 20th ed. APHA, AWWA, WEF. Washington D.C.
- BAHLS L.L., 1993: Periphyton bioassessment methods for Montana streams. Water Quality Bureau, Dept. of Health and Environmental Sciences, Helena, Montana.
- BATTEGAZZORE M., MORISI A., GALLINO B. & FENOGLIO S., 2004: Environmental quality evaluation of alpine springs in NW Italy using benthic diatoms. *Diatom Research*, 19(2): 149-165.
- BELTRAMI M.E., CAPPELLETTI C., CIUTTI F., HOFFMANN L. & ECTOR L., 2007: The diatom *Didymosphenia geminata*: distribution and mass occurrence in the Province of Trento (Northern Italy). 30th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montreal, Canada, 12-18 August 2007. SIL 2007 Abstracts CD.
- BELTRAMI M.E., CAPPELLETTI C. & CIUTTI F., 2008: *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt in the Danube basin: new data from the Drava river (eastern Italy). *Plant Biosystems*, 142 (in stampa).
- BONA F., FALASCO E., FASCINA S., GRISELLI B. & BADINO G., 2007: Characterization of diatom assemblages in mid-altitude streams of NW Italy. *Hydrobiologia*, 583(1): 265-274.
- CANTONATI M., 1998: Diatom communities of springs in the Southern Alps. *Diatom Research*, 13: 201-220.
- CAPPELLETTI C., CIUTTI F. & TORRISI M., 2003: Diatomee epilittiche e qualità biologica del torrente Noce (Trentino). In: BALDACCINI G.N. & SANSONI G. (eds.): Nuovi orizzonti dell'ecologia. Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale Protezione Ambiente Trento, Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale. Trento: 177-181.
- CEMAGREF, 1982: Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon - A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, France, 218 pp.
- CIUTTI F., CAPPELLETTI C., MONAUNI C., SILIGARDI M. & DELL'UOMO A., 2000: Qualità biologica e funzionalità del torrente Fersina (Trentino). *Dendronatura*, 20(2): 12-22.
- CIUTTI F., CAPPELLETTI C. & CORRADINI F., 2004: Applicazione dell'indice EPI-D a un corso d'acqua delle Alpi (Torrente Fersina): osservazioni sulla metodica di determinazione delle abbondanze relative. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica*, 80: 97-102.
- DELL'UOMO A., 2004: L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Centro Tematico Nazionale - Acque interne e Marino costiere c/o ARPA Toscana, Firenze, 101 pp.
- DUFRENE M. & LEGENDRE P., 1997: Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.*, 61: 53-73.
- EN 14407, 2004: Water quality - Guidance Standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. European Committee for Standardization, Brussels, 12 pp.
- GHETTI P.F., 1997: Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Trento, 222 pp.
- GIAJ-LEVRA P. & ABATE O., 1994: Le diatomee d'acqua dolce in Italia. ENEA: Serie Studi Ambientali, 290 pp.
- ISSG GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2005: url: <http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=775&fr=1&sts=sss>.
- KAWECKA B. & SANECKI J., 2003: *Didymosphenia geminata* in running waters of southern Poland: symptoms of change in water quality? *Hydrobiologia*, 495: 193-201.

- KELLY M.G., CAZAUBON A., CORING E., DELL'UOMO A., ECTOR L., GOLDSMITH B., GUASCH H., HÜRLIMANN J., JARLMAN A., KAWECKA B., KWANDRANS J., LAUGASTE R., LINDSTRØM E.A., LEITAO M., MARVAN P., PADISÁK J., PIPP E., PRYGIEL J., ROTT E., SABATER S., VAN DAM H. & VIZINET J., 1998: Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 10: 215-224.
- KILROY C., 2004: A new alien diatom, *Didymosphenia geminata* (Lyngye) Schmidt: its biology, distribution, effects and potential risks for New Zealand fresh waters. NIWA Client Report: CHC2004: 128.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H.: 1991a, 1991b, 1997a, 1997b, 2000: Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2(1-5), G. Fischer, Stuttgart, 876 + 610 + 576 + 436 + 311 pp.
- LECOINTE C., COSTE, M. & PRYGIEL, J., 1993: OMNIDIA: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*, 269/270: 509-513.
- MCCUNE B. & MEFFORD M.J., 1999: *Multivariate Analysis of Ecological Data*, version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- MUNDIE J.H. & CRABTREE D.G., 1997: Effects on sediment and biota of cleaning a salmonid spawning channel. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 111-126.
- PIPP E., 2001: A regional diatom-based trophic state indication system for running water sites in Upper Austria and its overregional applicability. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27: 3376-3380.
- RIMET F., GOMÀ J., BERTUZZI E., CANTONATI M., CAPPELLETTI C., CIUTTI F., CORDONIER A., COSTE M., TISON J., TUDESQUE L., VIDAL H., CAMBRA J. & ECTOR L. (2005). Benthic diatoms in western European streams with altitudes over 800m. Characterisation of the main assemblages and correspondence with ecoregions. *Diatom Research*, 22(1): 147-188.
- ROLLAND T., FAYOLLE S., CAZAUBON A. & PAGNETTI S., 1997: Methodical approach to distribution of epilithic and drifting algae communities in a French subalpine river: Inferences on water quality assessment. *Aquatic Sciences*, 59(1): 57-73.
- ROTT E., HOFMANN G., PALL K., PFISTER P. & PIPP E., 1997: Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 1: Saprobielle Indikation. *Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land und Forstwirtschaft, Wien*, 73 pp.
- ROTT E., PIPP E. & PFISTER P., 2003: Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. *Algalogical Studies*, 110: 91-115.
- ROTT E., PIPP E., PFISTER P., VAN DAM H., ORTLER K., BINDER N. & PALL K., 1999: Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 2: Trophienindikation sowie geochemische Präferenzen, taxonomische und toxikologische. *Wasserwirtschaftskataster herausgegeben vom Bundesministerium f. Land und Forstwirtschaft, Wien*, 248 pp.
- SCURI S., TORRISI M., COCCHIONI M. & DELL'UOMO A., 2006: The European Water Framework Directive 2000/60/EC in the evaluation of the ecological status of watercourses. Case study: the river Chienti (central Apennines, Italy). *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 34(5): 498-505.
- STEVENSON R.J. & PAN Y., 1999: Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In STOERMER E.F. & SMOL J.P. (eds): *The Diatoms: Application for the environmental and Earth sciences*. Cambridge University Press, Cambridge: 11-40.
- TORRISI M. & DELL'UOMO A., 2006: Biological monitoring of some Apennine rivers (central Italy) using the diatom - based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D) compared to other European diatom indices. *Diatom Research*, 21 (1): 159-174.
- VAN DAM H., MERTENS A. & SINKELDAM J., 1994: A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28(1): 117-133.
- WHITTON B.A., ROTT E. & FRIEDRICH G., 1991: Use of algae for monitoring rivers. *Proc. International Symposium, Düsseldorf, Germany 26-28 May 1991. Institut für Botanik, Univ. Innsbruck*, 193 pp.
- WINTER J.G. & DUTHIE H.C., 2000: Stream epilithic, epipellic and epiphytic diatoms: Habitat fidelity and use in biomonitoring. *Aquatic Ecology*, 34(4): 345-353.

Indirizzo degli autori:

Cristina Cappelletti
Francesca Ciutti
Maria Elena Beltrami
Istituto Agrario di San Michele all'Adige (IASMA)
Centro Sperimentale Via E. Mach,
I-38010 San Michele all'Adige (TN)
cristina.cappelletti@iasma.it

Renate Alber
Anna Mutschlechner
Agenzia Provinciale per la protezione dell'Ambiente
Laboratorio Biologico
Via Sottomonte
I-39055 Laives (BZ)

presentato: 18. 01. 2007
accettato: 11. 09. 2007