

Carla Corazza, Anna Pantaleoni, Axel Sangiorgi & Sara Lefosse

**Indagini sull'ecosistema del Po di Primaro,
con particolare riferimento ai macroinvertebrati acquatici
(Rete Natura 2000, ZPS IT 4060017, Ferrara, Emilia-Romagna, Italia)**

Riassunto

Il Po "morto" di Primaro era uno dei principali rami del Delta del Po. Durante il Medioevo, le sue portate, in seguito a vicissitudini idrogeologiche, si ridussero considerevolmente e perse la piena navigabilità. Attualmente, è un bacino a basso idrodinamismo, con inversioni stagionali della corrente, lungo circa 28 km e largo mediamente 20 metri, che attraversa numerosi centri abitati in una zona ad agricoltura convenzionale. Nel 2006, è entrato a far parte del sito Natura 2000 ZPS IT4060017.

Nel 2009 abbiamo campionato i macroinvertebrati acquatici in 4 siti con 3 differenti tecniche (ben-nate stagionali, colonizzatori, retino immanicato), rilevando anche alcuni parametri chimico-fisici e botanici. Il fiume è risultato in condizioni di assoluta ipertrofia: la profondità di penetrazione della luce è molto ridotta, il pH si mantiene basico ma si abbassa in estate ed in autunno in relazione ai processi di decomposizione delle masse fitoplanctoniche, mancano completamente le macrofite acquatiche a foglie totalmente sommerse, il popolamento di fondo è costituito quasi esclusivamente da Oligocheti Tubificidi e Chironomidi del gruppo *Chironomus tummi-plumosus*. Le condizioni trofiche provocano crolli estivi dei popolamenti bentonici tranne che in un sito in cui i prelievi per l'irrigazione determinano probabilmente una certa movimentazione dell'acqua. Il grado di trofia migliora leggermente soltanto in una zona stagnante a 3 km dal termine del fiume, per la presenza di vaste e compatte coperture di macrofite galleggianti (*Salvinia natans*, *Trapa natans*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrrhiza*, *Lemna* spp.).

Nel corso d'acqua sono presenti numerose specie alloctone: *Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea*, *Procambarus clarkii*, *Anodonta woodiana*, *Branchiura sowerbyi* fra gli invertebrati e *Ludwigia peploides* fra le macrofite (e forse qualche lenticchia d'acqua). Tuttavia, abbiamo accertato la presenza di *Physa fontinalis*, Gasteropode indigeno a distribuzione poco definita che taluni ritengono in via di estinzione. E' presente in grande densità anche il Misidaceo *Diamysis mesohalobia heterandra*, che era sicuramente assente dai corsi d'acqua ferraresi almeno fino al 1992: la sua presenza può essere legata a transfaunazione da sud verso nord, favorita dal riscaldamento climatico del Ferrarese che, negli ultimi vent'anni, è stato piuttosto consistente.

Il Piano Strutturale Comunale di Ferrara, approvato nel 2009, prevede vari interventi che potranno avere conseguenze positive oppure negative sul corso d'acqua: i dati da noi raccolti serviranno per futuri raffronti.

Abstract

[*Studies on the freshwater ecosystem of the Po of Primaro river, with particular reference to the benthos macroinvertebrates (Natura 2000 network, SPA IT4060017, Ferrara, Emilia-Romagna, Italy)*]

The Po of Primaro was one of the most important branches of the Po River delta, in the Northern Adriatic sea. In the Middle Ages, some floods diverted the main water flow to the North and the Primaro gradually lost its importance. Now it has standing waters, it is 28 km long and 20 meters large and it ends to the South, near the province of Bologna, where it was artificially connected with the Reno river. It crosses many small towns and fields with conventional agriculture. In 2006 it gained the status of a Natura 2000 SPA (IT4060017). In 2009 we sampled the benthos invertebrate fauna in 4 stations with 3 different techniques (seasonal Van Veen grab sampling, colonizers and handled net), also collecting chemical-physical and botanical data.

The results show that the river is a hyper eutrophicated ecosystem: water transparency is very reduced, pH is always more than 7 but it decreases in summer and autumn, when phytoplankton decomposition takes place, it lacks the hydrophytes with totally submerged leaves, the bottom community is made up only by Tubificid Oligochaetes and *Chironomus tummi-plumosus*. Its trophic status causes the scarcity of the benthos animals during summer, except in a sampling site where water is slightly running, because of the withdrawals for agriculture. The water quality only improves at a sampling site 3 km before the end of the river, where mats of floating macrophytes (*Salvinia natans*, *Trapa natans*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrrhiza*, *Lemna* spp.) can thrive.

Many alloctonous species live in the river: *Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea*, *Procambarus clarkii*, *Anodonta woodiana*, *Branchiura sowerbyi* among macroinvertebrates and the floating plant *Ludwigia peploides* (and perhaps some duckweed species). However, we collected *Physa fontinalis*, an indigenous Gastropod with a rather unclear distribution: someone believes it is in danger of extinction. The Mysid Crustacean *Diamysis mesohalobia heterandra* was not a member of the Ferrara freshwater communities at least until 1992, but now it shows high densities: we suppose that the Crustacean was transported from the Southern Italian regions to the North, where it settled with the aid of the warmer climate that certainly occurred in the province of Ferrara during the last twenty years.

The urban plan of Ferrara approved in 2009 foresees some interventions that could either be advantageous or disadvantageous for the river ecosystem: our data will serve for future comparisons.

Key words: Po di Primaro, Natura 2000, SPA IT4060017, freshwater benthos.

Introduzione

Il Po morto di Primaro (da “primario”) era uno dei rami principali del delta padano: proprio sulla biforcazione formata da questo fiume e da un'altra importante ramificazione deltizia, il Po di Volano, sorse, attorno all'anno 1000, il primo nucleo della città di Ferrara.

Durante il Medioevo, varie rotte fluviali (la più importante fu quella di Ficarolo, nel 1152) deviarono le portate del Po verso le aree più settentrionali del Delta ed il Primaro vide ridursi progressivamente la propria spinta idrodinamica. A nulla valsero gli sforzi fatti nei secoli successivi per mantenerne la piena navigabilità. Attualmente, il fiume termina a sud in località Traghetto (FE), al confine con

la provincia di Bologna, dove comunica solamente attraverso i condotti di un impianto di sollevamento con il Reno. Quest'ultimo ha incluso artificialmente il tratto terminale del Primaro che sfociava verso est nel mare Adriatico.

Il corpo idrico ora è sostanzialmente un bacino a basso idrodinamismo, che risente di una forma diffusa di inquinamento e di arricchimento organico proveniente dai vari agglomerati residenziali e dai campi coltivati situati lungo le sue sponde.

Nel 2006, il Po di Primaro è stato dichiarato pressoché interamente Zona di Protezione Speciale ai sensi della Direttiva Uccelli 79/409/CEE, assieme ad un'area adiacente occupata dai bacini rinaturalizzati dell'ex-zuccherificio di Molinella (BO) (ZPS IT 4060017, "Po di Primaro e Bacini di Traghetto"). Il fiume è inoltre parte del sito UNESCO di "Ferrara, città del Rinascimento e il suo Delta del Po" (Staff UNESCO, 2009).

Il Piano Strutturale del Comune di Ferrara, approvato nell'aprile 2009, prevede numerosi interventi che potrebbero esercitare sul sito influenze positive o, al contrario, negative. Si prevedono, in particolare, la realizzazione di un nuovo canale di scolo delle acque meteoriche (intervento già in corso), quella di alcuni nuovi collettori fognari ed il potenziamento di due depuratori già esistenti che riceveranno le nuove fognature. Al tempo stesso sono però previsti consistenti ampliamenti delle aree residenziali e produttive in zone non distanti dal fiume.

Inoltre, le schede ufficiali di descrizione della ZPS, reperibili nel sito internet della Regione Emilia-Romagna (vedi sitografia), non danno alcuna informazione circa gli invertebrati presenti.

Abbiamo deciso perciò di avviare un progetto di ricerca sugli invertebrati acquatici e sugli insetti della ZPS per avere informazioni circa lo stato attuale di conservazione della biodiversità nel sito, rispetto al quale valutare gli effetti degli interventi previsti dal PSC. I dati raccolti si riveleranno utili anche alla stesura dei piani di gestione.

Le attività sono state condotte nel 2009 con il supporto di volontari del Servizio Civile nazionale e in collaborazione con due Associazioni di Volontariato impegnate nella Protezione Civile.

I risultati illustrati in seguito si riferiscono esclusivamente ai campionamenti effettuati in ambiente acquatico.

Area di studio

Il Po morto di Primaro (Fig. 1), lungo circa 28 Km, dopo Ferrara attraversa una serie di centri abitati di notevole importanza storica, intervallati da zone ad agricoltura convenzionale. Ha una larghezza media di circa 20 metri, ma raggiunge i 60 metri in corrispondenza della darsena di Marrara e i 40 metri alla darsena di Bova di Marrara. Le Autorità del Bacino Burana-Volano, di cui il Primaro fa parte, dichiarano una profondità massima di 4,5 metri.

Le golene hanno un'estensione di circa 600 ettari (BONDESAN, 2003) e, oltre ad essere coltivate, spesso sono occupate da insediamenti residenziali. Durante il periodo invernale, il corso d'acqua è tributario del Po di Volano, con portate sui 20-30 m³/sec, e la corrente si muove da sud a nord, mentre in estate viene

emunto per scopi irrigui attraverso alcuni canali e la corrente è allora in direzione nord – sud (BONDESAN, 2003): è proprio in estate che si verifica la più consistente movimentazione d'acqua.

Una chiusa situata a San Nicolò ($44^{\circ}42'52''\text{N}$, $11^{\circ}42'31''\text{E}$), che viene attivata in relazione al livello del fiume, divide il corso d'acqua in due tronconi, rispettiva-

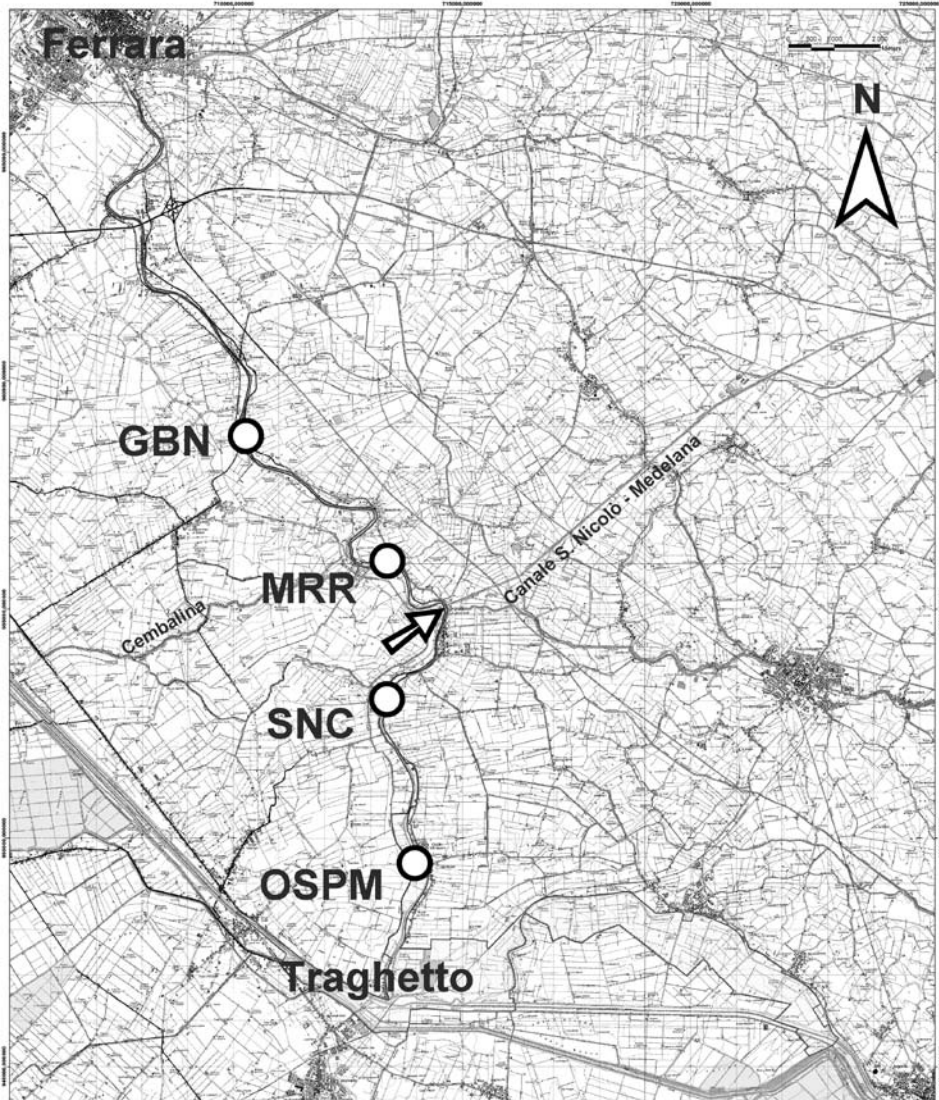


Fig. 1 – Dislocazione dei siti di campionamento lungo il corso del Primaro. GBN: Gaibana, MRR: Marrara, SNC: San Nicolò, OSPM: Ospital Monacale. La freccia indica il punto in cui sono situati una chiusa ed un impianto idrovoro.

mente di 18 e 10 km circa. Il tratto più meridionale non ha significativa funzione scolante (BONDESAN, 2003) ed è di fatto un bacino in gran parte ad acque ferme. Sempre a San Nicolò, dal 2006 è in funzione un impianto idrovoro che ha il compito di togliere acqua dal Primaro e spingerla ad ovest quando essa serve per l'irrigazione dei campi oppure quando il livello del fiume si alza troppo, minacciando le golene. I due più importanti canali di scolo ed irrigazione collegati al Primaro sono la Cembalina ad ovest ed il S. Nicolò-Medelana ad est.

La navigazione è consentita di norma con velocità molto ridotte soltanto fino alla chiusa suddetta.

Abbiamo constatato che le sponde risentono di fenomeni di erosione, soprattutto nelle zone golenali non alberate. Sono frequenti i tratti a golene piuttosto basse.

ARPA Ferrara monitora costantemente le acque del Primaro. Fino al 1997, c'erano tre stazioni di rilevamento, ma ora è presente solo quella di Ponte Gaibanella. La qualità delle acque viene considerata, sulla base dei vari descrittori chimici e biologici, leggermente superiore rispetto a quella dell'intero bacino Burana-Volano, e il Primaro viene classificato in classe di vulnerabilità II-III (tra sufficiente e buono), con condizioni peggiori durante le fasi di scolo, quando il fiume riceve acque dai terreni e dai canali circostanti per riversarli nel Po di Volano (BONDESAN, 2003). La stazione di rilevamento di Ospital Monacale, fino al momento della dismissione, aveva fatto registrare indici di qualità tra i migliori dell'intera provincia (ARPA FERRARA, 2001).

La ZPS IT4060017 (1436 ettari; Formulario Natura 2000, vedi Sitografia) è delimitata a nord dal ponte della ferrovia Ferrara-Codigoro, situato a circa 600 metri dall'incile del Volano, ancora all'interno del centro urbano di Ferrara. In essa vengono riconosciuti gli habitat "3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del tipo *Magnopotamion* o *Hydrocarition*" (1% di copertura), "3270 *Chenopodietum rubri* dei fiumi submontani" (2%), "6210 Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco Brometalia*)(*stupenda fioritura di orchidee)" (1%), "92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*" (5%). E' in continuità con le Valli di Campotto a sud-est e con le zone umide del bolognese ad ovest.

Materiali e metodi

Nel corso del 2009, sono stati effettuati 3 campionamenti stagionali del macrobenthos nelle quattro stazioni indicate in Fig. 1: Gaibana (GBN, 44°44'49"N, 11°39'17"E), Marrara (MRR, 44°43'25"N, 11°41'38"E), San Nicolò (SNC, 44°41'22"N, 11°41'27"E), Ospital Monacale (OSPM, 44°40'1"N, 11°41'52"E). Le raccolte si sono avvalse di una benna Van Veen da 0,025 m² che veniva calata in acqua manualmente da un gommone. In ogni località sono state raccolte 3 repliche, lungo un transetto perpendicolare alle due sponde. Venivano registrati anche profondità dell'acqua (cordella metrica appesantita), trasparenza (Disco di Secchi bianco e nero, 20 cm di diametro) e, in superficie, temperatura, pH, conducibilità e totale solidi disciolti, misurati con strumento portatile Hanna. Abbiamo tenuto

conto anche di alcune misure effettuate nel febbraio 2009, durante un sopralluogo preliminare.

Il sedimento raccolto non è stato fissato ma subito filtrato in laboratorio su setacci con maglie da 0,5 mm per l'estrazione in vivo degli organismi.

In aggiunta, si è sperimentata la raccolta di invertebrati acquatici per mezzo di colonizzatori realizzati con bottiglie di polietilene e spugna vegetale (*Luffa cylindrica*) ancorati alle sponde e appesantiti perché rimanessero sul fondo (VOLKMER-RIBEIRO et al., 2004. Vedi Figg. 2 e 3). Il colonizzatore è composto da due bottiglie in PET da 2 litri, alle quali è stato tagliato il fondo. Le pareti di ogni bottiglia sono state sfrangiate intagliando delle strisce larghe circa 2 cm; il margine di ogni striscia è stato inciso con numerosissimi piccoli tagli distanziati di circa 2 mm l'uno dall'altro. Un pezzo del reticolo in cellulosa che supporta i semi in *Luffa cylindrica* (spugna vegetale venduta nelle erboristerie, da noi acquistata allo stato grezzo

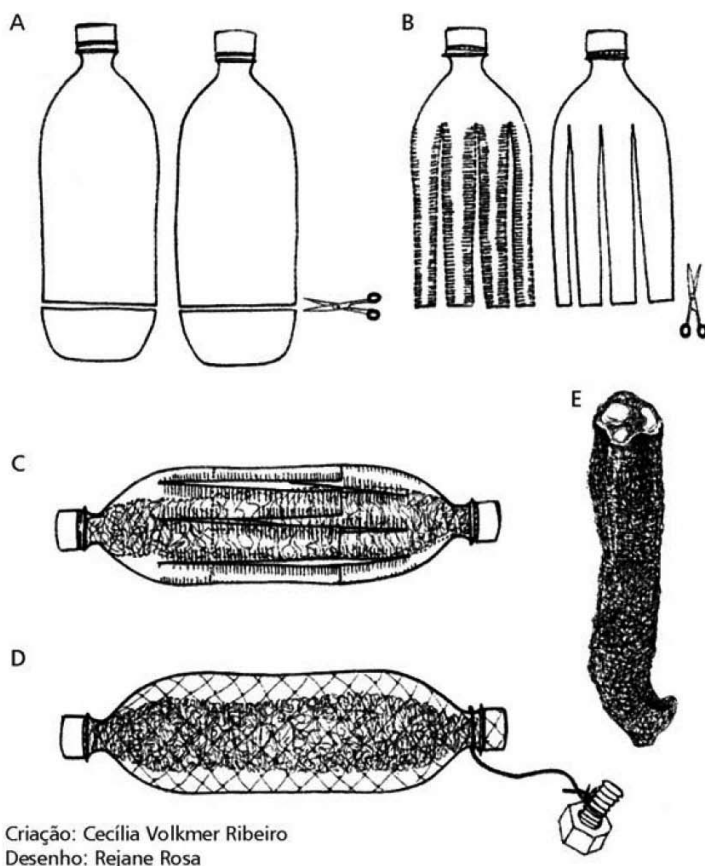


Fig. 2 – Assemblaggio dei colonizzatori (da VOLKMER-RIBEIRO et al., 2004).

presso un coltivatore bolognese), lungo 25-30 cm, è stato collocato al centro delle due bottiglie, assemblate come in Figg. 2 e 3. Il tutto è stato inserito in una rete di nylon a maglie larghe, usando i tappi delle bottiglie per fissarla. Ad uno dei colli delle bottiglie è stato appeso un grosso bullone metallico del peso di circa 300 g, all'altro collo è stata fissato un cordino di nylon di circa 3 metri di lunghezza con il quale il colonizzatore è stato fissato alla riva. Le nostre bottiglie erano incolori, ma il lavoro originale suggerisce di usare bottiglie di colore verde, meno visibili e perciò meno prone alla predazione umana. Il 27 aprile 2009 sono stati collocati orizzontali sul fondale, in prossimità della riva, in ognuna delle località GBN, SNC e OSPM, 3 di questi colonizzatori-replica, distanziati di circa 6 metri e raccolti poi fra il 9 e il 18 luglio.

Infine, in una data (24 luglio 2009), sono state effettuate in tutte e quattro le località 2 raccolte superficiali dal gommone con un retino immanicato a maglie da 0,5 mm, in prossimità delle sponde.

I sopralluoghi hanno consentito di raccogliere alcune informazioni anche sulla vegetazione acquatica.

I materiali smistati sono stati conservati in alcool a 70° e sono tutti depositati presso il Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara.

I dati di conteggio degli invertebrati sono stati analizzati in termini percentuali per un confronto sull'efficacia dei tre metodi di raccolta. I campionamenti non



Fig. 3 – Colonizzatori in polietilene e *Luffa cylindrica*.

erano rivolti al calcolo dell'Indice Biotico Esteso (IBE, GHETTI, 1986, illustrato in CAMPAIOLI et al., 1994) bensì all'esplorazione delle caratteristiche biologiche lungo il gradiente riva – zone profonde, tuttavia sono stati utilizzati comunque per una classificazione complessiva del fiume, cumulando i dati forniti dal retino e dai colonizzatori.

Per i soli campionamenti con la benna, sono state calcolate le densità medie geometriche per data e stazione di rilevamento, trasformando i dati grezzi in logaritmo con base 10. La media geometrica (calcolata come antilogaritmo delle medie dei logaritmi; SOKAL & ROLF, 1995) tende ad attenuare gli effetti di valori molto alti o molto bassi, che possono differire tra loro di alcuni ordini di grandezza: perciò, è idonea ad analisi sui popolamenti del benthos, in cui gli organismi raramente si distribuiscono in modo uniforme sui fondali ma tendono invece a formare degli aggregati di individui inframezzati da zone non colonizzate (dispersione spaziale contagiosa; ELLIOTT, 1977).

Sui valori delle medie geometriche si è calcolato il rapporto Oligocheti / (Oligocheti + Chironomidi sedentari) (WIEDERHOLM, 1980, in LENCIONI et al., 2007), originariamente concepito per una classificazione dei laghi: infatti, gli Oligocheti tolleranti tendono ad aumentare la propria abbondanza rispetto a quella dei Chironomidi in condizioni di arricchimento di nutrienti e quindi in condizioni di trofismo più elevate.

Risultati

I valori dei parametri chimico-fisici che abbiamo registrato sono riportati in Tab. 1. I dati dell'ottobre 2009 nel sito GBN non sono stati raccolti. Il pH è risultato sempre basico, con valori più elevati in inverno e primavera, quando erano più elevati anche i valori di conducibilità e solidi disciolti, che si sono abbassati notevolmente in estate per poi risalire in autunno.

La profondità di penetrazione della luce, calcolata in base ai risultati del disco di Secchi (profondità del disco $Z_s \times 2,5$; COGNETTI et al., 2008), è massima in inverno (176 ± 43 cm), minima in estate (71 ± 20 cm); la profondità media del fiume da noi misurata è 173 ± 30 cm: in inverno, la radiazione luminosa è sempre in grado di raggiungere il fondale, e la capacità massima di penetrazione si registra a Ospital Monacale (238 cm), in corrispondenza di bassi valori di solidi disciolti e conducibilità. Al contrario, in estate si verifica il massimo squilibrio fra zona fotica e profondità dell'acqua.

Gli esiti delle catture con i tre metodi di campionamento sono confrontati nella Fig. 4. Le tecniche si sono integrate a vicenda, con alcuni gruppi di organismi rilevati esclusivamente ora dall'uno ora dall'altro metodo. In Tab. 2 sono elencati i taxa identificati, non tutti utilizzati nelle analisi.

Le raccolte con i colonizzatori sono le uniche che abbiano individuato la presenza del Crostaceo Isopode *Asellus aquaticus*, del Bivalve *Dreissena polymorpha* (un Mollusco sessile che si insedia sui substrati duri), del Gasteropode *Physa fontinalis* e dei Platelmini Tricladi. I Crostacei *Palaemonetes antennarius* e *Diamysis mesohalobia* e le larve dell'Efemerottero *Cloeon dipterum* sono stati raccolti sol-

	pH	T °C	Cond. μS/cm	TDS mg/l	Secchi (cm)	Prof. (cm)	2,5 Z _s
GBN_FEB	7,80	8,00	1262	810	60		150
MRR-FEB	8,45	5,10	1260	805	70		175
SNC_FEB	8,18	6,20	1132	724	57		143
OSPM-FEB	7,58	5,90	909	570	95		238
OSPM_APR	8,21	21,90	1240	789	50	165	125
SNC_APR	8,39	21,00	1213	771	40	150	100
MRR_APR	8,26	21,80	1320	846	50	147	125
GBN_APR	8,52	22,10	1300	830	60	225	150
OSPM_LUG	7,69	27,40	318	497	25	160	63
SNC_LUG	7,60	27,00	327	507	20	150	50
MRR_LUG	7,65	27,60	321	501	39	195	98
GBN_LUG	7,77	27,60	328	513	30	200	75
OSPM_OTT	7,50	12,50	715	460	50	165	125
SNC_OTT	7,76	13,00	676	433	40	135	100
MRR_OTT	7,70	13,30	835	535	45	210	113
GBN_OTT	-	-	-	-	-	-	-
Media	-	17,36	877	639	49	173	122
d.s	-	8,59	403	157	19	30	47

Tab. 1 – Parametri chimico-fisici delle acque.

tanto in superficie, con il retino.

I colonizzatori hanno rappresentato un punto intermedio di prelievo lungo il gradiente dalla sponda al fondale profondo, ed hanno ricevuto un contributo in taxa da entrambi i due estremi del gradiente: essi hanno consentito di raccogliere 9 gruppi su 14, mentre il retino ha raccolto al massimo 6 taxa e le benne soltanto 4. Questa zona intermedia rivela una maggiore diversità anche nell'ambito del gruppo dei Chironomidi rispetto alle zone più profonde: i colonizzatori hanno raccolto non solo membri della tribù Chironomini, come è accaduto invece per la benna, ma anche parecchi esemplari della tribù dei Tanitarsini e alcuni esemplari della sottofamiglia Ortocladini.

Le raccolte con benna hanno rivelato un popolamento di fondo estremamente monotono, composto essenzialmente da Oligocheti Tubificidi (fra cui *Branchiura sowerbyi*, animale dotato di espansioni branchiali nella porzione terminale del corpo e quindi in grado di assorbire l'ossigeno dall'acqua con notevole efficienza) e larve di Ditteri Chironomidi, esclusivamente del genere *Chironomus* (Fig. 5), grup-

Phylum	Classe	Subphylum	Ordine	Famiglia/Sottordine	Specie/Sottofamiglia/Tribù
Platyhelminthes		Turbellaria	Seriata	Tricladida spp.	
Annelida	Oligochaeta			Tubificidae	Branchiura sowerbyi
					Tubificidae spp.
	Bivalvia			Dreissenidae	Dreissena polymorpha
				Unionidae	Anodonta woodiana*
				Corbiculidae	Corbicula fluminea
Arthropoda	Gastropoda			Physidae	Physa fontinalis
	Crustacea	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Palaemonetes antennarius
				Cambaridae	Procambarus clarkii
			Isopoda	Asellidae	Asellus aquaticus
			Amphipoda	Gammaridae	Echinogammarus sp.
			Mysidacea	Mysidae	Diamysis mesohalobia
	Hexapoda		Ephemeroptera	Baetidae	Cloeon dipterum
			Odonata	Coenagrionidae	Ischnura elegans
				Libellulidae	Crocothemis erythraea*
					Sympetrum sp.*
			Tricoptera	Ecnomidae	Ecnomus tenellus
			Diptera	Chironomidae	Chironomus tummi-plumosus
					Tanytarsini spp.
					Orthocladinae spp.

Tab. 2 – Invertebrati rilevati (*: avvistati ma non raccolti)

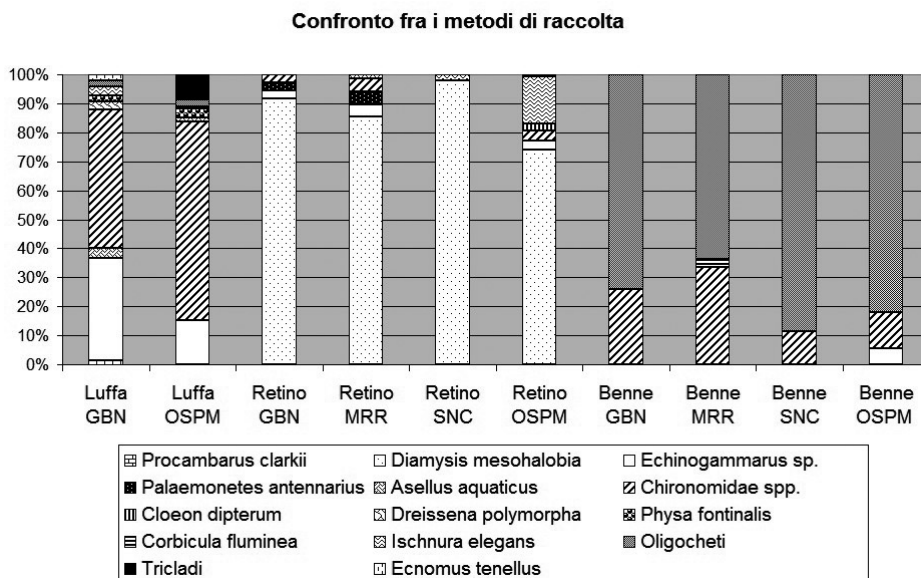


Fig. 4 – Confronto percentuale fra le raccolte effettuate con i tre diversi metodi di campionamento.

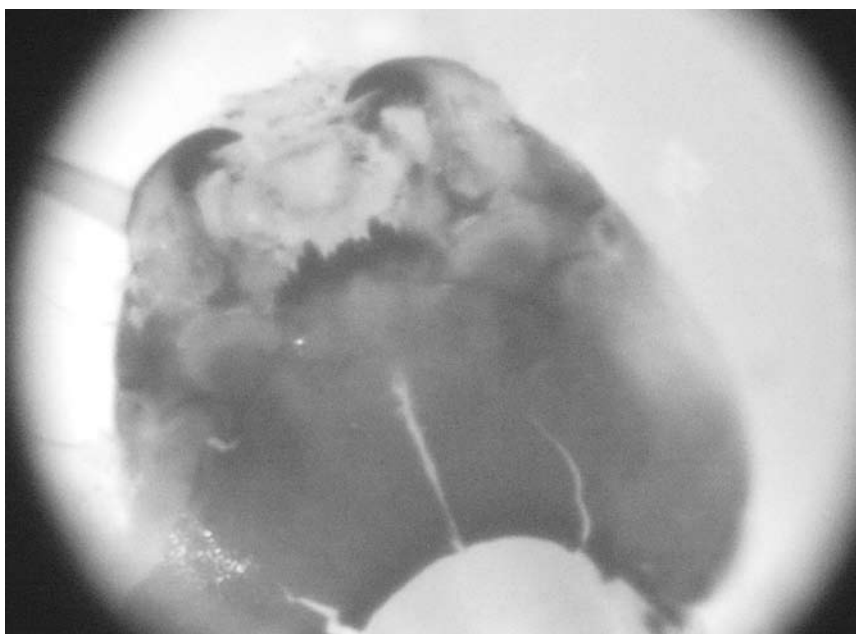


Fig. 5 – Dettaglio delle parti boccali di *Chironomus tummi-plumosus*.

po *tummi-plumosus* (Chironomidi rossi, dotati di emoglobina e perciò anch'essi buoni utilizzatori di ossigeno in condizioni di scarsa disponibilità, capaci anche di attivare meccanismi respiratori anaerobi; LENCIONI, 2007).

Le densità medie geometriche per località e data di campionamento sono illustrate in Fig. 6. Le densità totali mostrano valori elevatissimi nell'aprile 2009 a Ospital Monacale (2362 ind/m²). Si notano le consistenti riduzioni estive dei popolamenti (freccie nere) e le successive deboli riprese autunnali: l'analisi dei limiti di confidenza al 90% di probabilità, effettuate sui dati medi ancora in logaritmo, ha evidenziato che soltanto nel sito di Marrara le variazioni stagionali non sono significative (freccia bianca). *Corbicula fluminea* e *Echinogammarus sp.* erano presenti con 1 e 2 esemplari soltanto nell'intero campionamento e non sono mostrate nel grafico.

Gli Oligocheti dominano nella maggior parte dei casi, anche se in 5 prelievi (tutti quelli di luglio e quello di ottobre a Gaibana) il rapporto Oligocheti/(Oligocheti + Chironomidi) è a favore dei secondi.

Nel calcolo dell'IBE si è tenuto conto delle specie esotiche invasive, come suggerito da ORENDT et al., 2010 e anche dei Misidacei, che sembrerebbero essere dei detritivori (CIBINETTO et al., 2005) e quindi in un qualche modo legati al benthos. Abbiamo rilevato 13 unità sistematiche, definite come richiesto dal metodo. La seconda via di ingresso alla tabella è rappresentata dei Tricotteri, presenti però con una sola unità sistematica: secondo i nostri calcoli, il fiume, nel complesso, ha un valore di IBE pari a 6 e si colloca in classe III, Ambiente Inquinato.

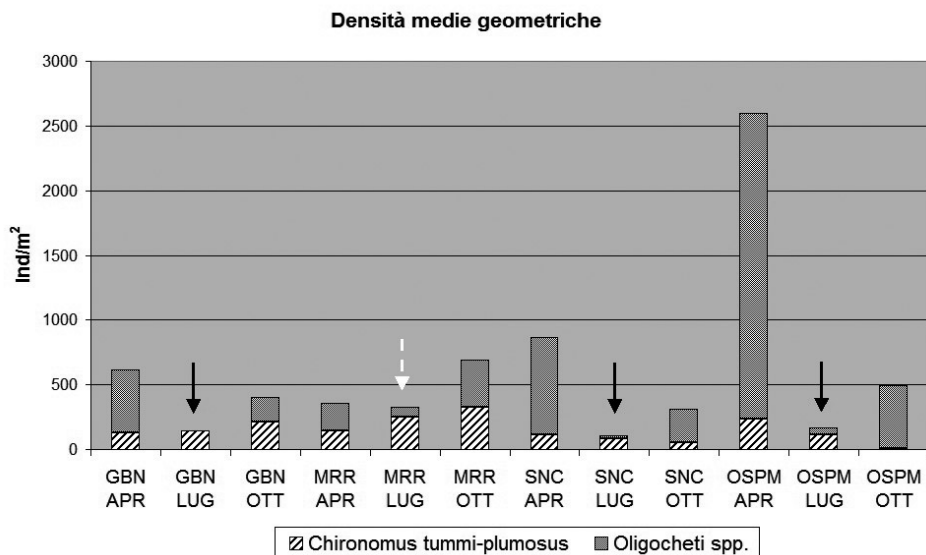


Fig. 6 – Densità medie geometriche dei taxa raccolti con benna nelle varie date e località indagate. Freccie nere: riduzioni estive dei popolamenti; freccia bianca: calo solo apparente a Marrara.

Vegetazione acquatica

La componente vegetazionale si è rivelata piuttosto interessante per l'estesa presenza, fra le altre, di due specie incluse nel Repertorio Nazionale della Flora Protetta (vedi sitografia), quali la felce galleggiante *Salvinia natans* e la castagna d'acqua *Trapa natans*: alla prima è attribuito lo status di "vulnerabile" all'estinzione, mentre la seconda è addirittura minacciata secondo le categorie IUCN.

Abbondanti anche le lenticchie d'acqua *Lemna* spp. e, in particolare, *Spirodela polyrrhiza*. Le specie sono rilevabili in estate e in autunno un po' lungo tutto il corso del fiume, anche se *Trapa natans*, specie che radica sul fondo, è la più frequente con piccole formazioni sparse nei chilometri iniziali del fiume dopo la separazione dal Po di Volano. Man mano che si procede verso sud, in condizione di maggiore staticità delle acque, aumenta la densità dei banchi di piante. A tarda estate, nella zona terminale del Primaro, in particolare ad Ospital Monacale, la superficie dell'acqua è occupata interamente da *S. natans*, che non radica sul fondo, con qualche piccola frammistione di *T. natans* e *Hydrocharis morsus-ranae*. Mancano totalmente le idrofite con foglie esclusivamente sommerse.

Un poco più a monte di Ospital Monacale è stata rilevata la presenza di un banco di *Ludwigia peploides*, pianta esotica invasiva, della cui presenza in Primaro non si aveva ancora notizia (Fig. 7).



Fig. 7 – Banco di *Ludwigia peploides* poco a monte di Ospital Monacale.

Discussione

Il corso d'acqua è globalmente in condizioni di ipertrofia (vedi soglie OECD, 1982), con valori del disco di Secchi sempre inferiori a 1,5 m. Il pH è basico con abbassamenti in estate ed autunno, da collegarsi all'elevata produzione di CO₂ nei processi di decomposizione sul fondo in un corpo idrico a profondità limitata, e valori di solidi disciolti e di conducibilità anch'essi più bassi nella stagione calda. Tutto questo concorda con i dati chimico-fisici di ARPA registrati mensilmente nel 2009 alla stazione di Gaibanella (ARPA, 2009: es. fosforo totale medio annuale 0,18 mg/l). In inverno, grazie alle basse temperature, l'acqua del Po di Primaro è abbastanza trasparente e la radiazione luminosa riesce sempre a raggiungere efficacemente il fondale; in particolare, la trasparenza dell'acqua è buona a Ospital Monacale (disco di Secchi 95 cm), dove si può parlare in quella stagione di condizioni meno arricchite e quindi "eutrofiche". Invece, nelle stagioni miti o calde, la luce non giunge mai sul fondo, e il fenomeno si accentua particolarmente in estate. Il tutto è senz'altro legato alla proliferazione delle alghe fitoplanctoniche nei mesi caldi: i dati di ARPA (2009) segnalano una deplezione estiva in particolare di azoto nitrico (si passa dai 5,16 mg/l medi fra gennaio e maggio ai 1,10 mg/l

in media fra giugno e settembre), mentre i valori di fosforo sono rimasti sempre piuttosto elevati, fra 0,23 mg/l in maggio e 0,12 mg/l di ottobre-dicembre.

Le densità degli animali di fondo sono più elevate in primavera, statisticamente simili nelle tre stazioni di Gaibana, Marrara e San Nicolò ma significativamente più alte a Ospital Monacale (2362 ind/m²). I valori crollano poi in estate sotto i 150 ind/m² e mostrano cenni di ripresa in autunno. Questo è compatibile con i fenomeni di anossia che sicuramente si verificano a seguito della decomposizione della biomassa fitoplanctonica. Ha fatto eccezione il sito di Marrara (MRR), in cui le abbondanze estive non sono significativamente diverse da quelle della primavera. E' possibile che in questa località si verifichi in estate una maggiore movimentazione dell'acqua per richiami idrici verso est ed ovest dovuti ai prelievi irrigui, con migliore ossigenazione del fondale: in particolare, il nostro sito di campionamento può essere influenzato dal movimento d'acqua dovuto ai prelievi che avvengono poco più a monte ad ovest attraverso il canale Cembalina e più a valle attraverso il canale San Nicolò-Medelana, che alimenta ad est il sistema irriguo delle zone centrali della provincia di Ferrara (BONDESAN, 2003), e attraverso l'idrovora di San Nicolò. Per contro, i siti più meridionali (SNC e OSPM) si trovano in condizioni di maggiore staticità per la presenza della chiusa di San Nicolò che, per via o meno, sicuramente riduce l'idrodinamismo in quel tratto del fiume.

I risultati di Ospital Monacale, dove si formano in estate vaste distese di *Salvinia natans*, inframmezzata da alcune formazioni di *Trapa natans* con presenza anche di *Hydrocharis morsus-ranae*, indicano che la zona è sede di intensi fenomeni di assorbimento di nutrienti e di altre sostanze in soluzione da parte della vegetazione macrofita galleggiante, tanto che la stazione più meridionale, a soli 3 km dal termine del fiume, è quella che ha fatto registrare in inverno la migliore trasparenza. Peraltro, il sito di Ospital Monacale, quando era in funzione il suo punto di monitoraggio, faceva rilevare ad ARPA FERRARA (2001) valori di qualità delle acque fra i migliori dell'intera provincia.

La comunità di fondo è condizionata dall'anossia: soltanto *Chironomus tummiplumosus* e gli Oligocheti Tubificidi riescono a sopravvivere. In 7 casi su dodici gli Oligocheti sono più abbondanti dei Chironomidi, e questo dovrebbe segnalare che la carenza di ossigeno sul fondale è particolarmente accentuata. Tuttavia, i ridotti popolamenti estivi sono costituiti quasi totalmente da Chironomidi, mentre il densissimo popolamento primaverile registrato nella condizione più favorevole di Ospital Monacale è dominato largamente dagli Oligocheti: una situazione che richiederebbe campionamenti su più anni e ulteriori approfondimenti tassonomici per essere valutata correttamente.

Fra i Tubificidi del Primario è presente *Branchiura sowerbyi*, specie di origine asiatica introdotta in Europa nel XIX secolo con alcune piante acquatiche per gli orti botanici britannici (RAPOSEIRO et al., 2009): *B. sowerbyi* è specie di acque termali, tipica di corsi d'acqua con corrente inferiore a 0,5 m/sec, ha dimensioni relativamente grandi (lunghezza circa 4 cm, diametro 2 mm), scava gallerie lunghe anche 20 centimetri ed è in grado di alterare profondamente le dinamiche biologiche dei fondali. E' facilmente riconoscibile per i filamenti branchiali presenti in coppie sui segmenti terminali del corpo; il genere è monospecifico. La gestione

artificiale dei corsi d'acqua ne favorisce la diffusione (PAUNOVIC et al., 2005). Nei sedimenti del Primaro rappresenta in media il 5,6% degli Oligocheti.

I campionamenti da noi condotti, con l'abbinamento di tre diverse tecniche di raccolta, hanno sicuramente fornito un quadro esaustivo dei gruppi animali presenti nel Po di Primaro. Alcuni organismi non sono stati campionati, ma la loro presenza è stata ugualmente rilevata. Si tratta del bivalve *Anodonta woodiana*, le cui notevoli dimensioni la rendono difficilmente catturabile con piccole benne e retini, e degli Odonati *Crocothemis erythraea* e *Sympetrum sp.*, i cui adulti frequentano sicuramente la zona ma per i quali non abbiamo confermato la presenza di larve. Non abbiamo raccolto Coleotteri acquatici: questo coincide con i risultati di indagini condotte da ARPA FERRARA (2001) nel tratto fluviale situato nel comune di Argenta.

La lista dei taxa comprende molte specie esotiche invasive, animali e vegetali, fenomeno ormai comune per tutte le acque dolci italiane e particolarmente grave nella Pianura Padana. Per "specie esotiche invasive" s'intendono quelle entità che sono giunte in un determinato territorio per trasporto volontario o accidentale da parte dell'uomo, valicando distanze che difficilmente avrebbero superato con le modalità loro proprie di dispersione: queste specie si sono diffuse, o si stanno diffondendo e hanno effetti negativi sulla diversità biologica, sul funzionamento ecosistemico, sui valori socio economici e/o sulla salute umana nelle regioni invase (EUROPEAN COMMISSION, 2009). Nel nostro caso, troviamo il Crostaceo Decapode *Procambarus clarkii*, i Bivalvi *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Anodonta woodiana*, il già citato Oligochete *Branchiura sowerbyi* e, fra i vegetali, l'Onagracea *Ludwigia peploides*. Fra tutte queste specie, solo *Dreissena polymorpha* era già presente in Europa, tutte le altre provengono da regioni extraeuropee (DAISIE, 2009).

Per contro, è interessante la presenza nel Po di Primaro di *Physa fontinalis* (Fig. 8), un Gasteropode indigeno non segnalato per l'Italia da Fauna Europea (v. Sitografia) però presente nella Checklist della Fauna Italiana (MINELLI et al., 1993-1995): non si hanno dati certi sulla sua effettiva distribuzione nel nostro Paese ma è considerato da taluni addirittura in via d'estinzione (CIANFANELLI et al. 2008) poiché in generale sostituito da *Physella acuta*. I 9 esemplari da noi rinvenuti hanno una lunghezza compresa fra i 3 e gli 8 millimetri e, in quanto raccolti con i colonizzatori, dovrebbero avere un'età massima di due mesi e mezzo.

Una specie da noi rilevata che merita sicuramente studi più approfonditi è il Misi-daceo *Diamysis mesohalobia*.

La prima segnalazione di Misidacei nelle acque dolci superficiali italiane risale a MINELLI & TREVISANELLO, 1985, che trovarono *Diamysis bahirensis* nel fiume Sile, in provincia di Treviso. *D. bahirensis* è specie eurialina, nota da varie località dell'Europa meridionale e dell'area mediterranea.

Invece, *D. mesohalobia* è stata descritta soltanto dieci anni fa da ARIANI & WITTMANN (2000), su esemplari raccolti in Puglia (fiume Morello). Gli Autori l'hanno riconosciuta, insieme alle due sottospecie *D. mesohalobia heterandra* e *D. mesohalobia gracilipes*, anche in esemplari provenienti da altre zone costiere della Puglia, del Gargano, di tutto l'Adriatico orientale, della Turchia, di Israele e

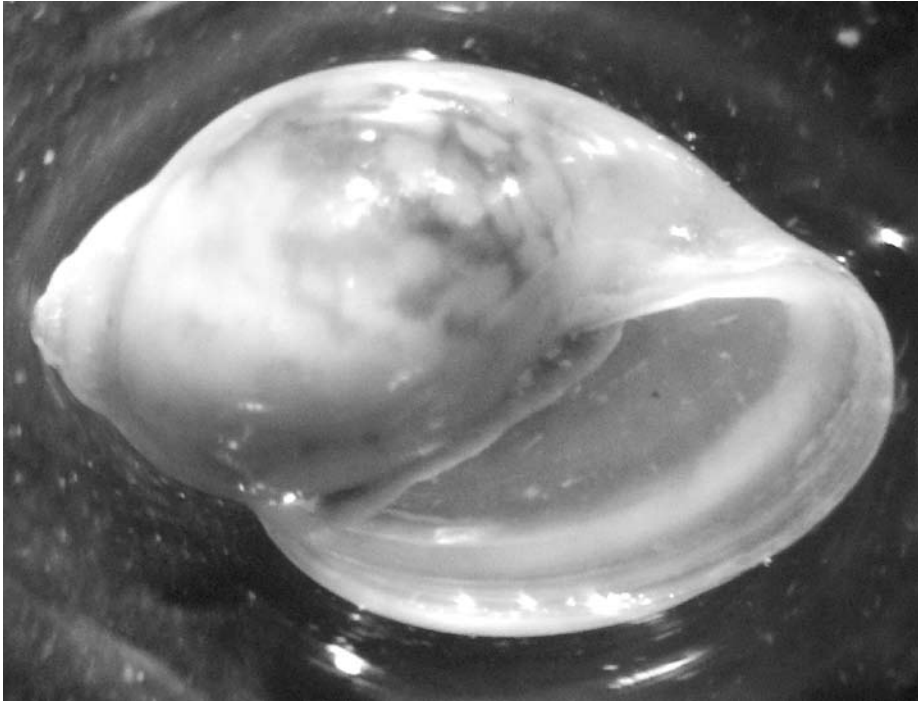


Fig. 8 – *Physa fontinalis*.

dell'Egitto mediterraneo, in prossimità dello sbocco del canale di Suez, con analisi di materiali raccolti fra il 1966 e il 1999. La specie è assente nelle regioni occidentali del Mediterraneo. La sottospecie presente nel Po di Primaro è probabilmente *D. mesohalobia heterandra* (ARIANI, com. pers.).

Indagini condotte nel 1985 su numerose località del reticolo idrografico ferrarese (PANTALEONI R.A. et al., 1987a, 1987b) non rilevarono minimamente la presenza di questo ordine di Crostacei, che ha soprattutto rappresentanti marini. Almeno fino al 1992, il taxon non venne individuato (PANTALEONI R.A., com. pers.). Invece, attualmente *D. mesohalobia* è ampiamente diffusa in tutti i canali del Ferrarese, si ciba probabilmente di detrito animale, in particolare Chironomidi morti, e sembrerebbe oggetto della predazione da parte di *Palaemonetes antennarius* (CIBINETTO et al., 2005). Noi ipotizziamo quindi una risalita del Misidaceo verso nord, lungo le coste adriatiche dalle regioni sud-orientali del Mediterraneo, per probabili meccanismi di transfaunazione favoriti dal generalizzato aumento delle temperature che, nel Ferrarese, nel periodo 1991-2008 è stato particolarmente consistente (temperatura media annuale: +2°C rispetto al 1961-1990; MARLETTO et al., 2009). *D. mesohalobia* sembrerebbe essere un animale detritivoro (CIBINETTO et al., 2005) e quindi più legato al benthos; noi l'abbiamo rilevata soltanto nei campionamenti più superficiali, in prossimità della sponda.

Per quel che riguarda il calcolo dell'indice IBE, il valore complessivo da noi otte-

nuto colloca il fiume nella categoria III, quella degli ambienti inquinati. Secondo l'indagine di ARPA FERRARA (2001), l'IBE, calcolato a Traghetto, aveva un valore di 4-5, che collocava il fiume in classe IV, ambiente molto inquinato. E' però da tenere presente che la zona terminale del fiume ha ormai le caratteristiche di uno stagno e l'applicazione di un indice come l'IBE a questo tipo di ecosistemi potrebbe non essere appropriata.

Il Po di Primaro ospita già diverse idrofite con foglie emerse: *Salvinia natans*, *Trapa natans*, *Lemna spp.*, *Spirodela polyrrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*. Con un miglioramento delle condizioni di trofia, il fiume potrebbe facilmente essere colonizzato da altre specie macrofite, poiché la darsena del fiume collegato, il Po di Volano, ospita anche *Potamogeton nodosus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum* e *Nymphoides peltata* (dati non pubblicati, 2009). Quest'ultima specie è ben rappresentata anche nel bacino dell'Idrovora di San Nicolò ma non è stata rilevata nel Primaro.

Le attuali condizioni di trofia del corso d'acqua sono sicuramente peggiori di quelle già non idilliache che faceva registrare dopo la seconda guerra mondiale. CANELLA (1954) sottolineava come in estate, a seguito dello scarico delle acque reflue degli zuccherifici e dei maceratoi per la canapa, spesso effettuate senza ottemperare gli obblighi di preventiva decantazione, l'acqua del Po di Primaro si mostrasse "sporca, tordiba, maleolente, più o meno patinosa, schiumosa o saponosa in superficie...con uno strabocchevole contenuto in batteri". Tuttavia, le condizioni di allora dovevano essere comunque migliori di quelle attuali, visto che lo stesso autore sottolineava la grande proliferazione nel fiume di *C. demersum*, macrofita sommersa ora del tutto assente.

Ci si augura che gli interventi sulle fognature e sui depuratori previsti dal Piano Strutturale Comunale di Ferrara possano migliorare le condizioni del corso d'acqua. Comunque, sarebbe senz'altro utile introdurre fasce boscate nelle golene nonché siepi lungo i canali irrigui per assorbire l'eccessivo carico di nutrienti sversati dai campi coltivati e per ridurre i fenomeni di erosione delle sponde. Utile sarebbe l'introduzione di bacini di fitodepurazione per gli allevamenti zootecnici. Inoltre, onde ridurre la quantità di fertilizzanti necessari con vantaggi anche per le popolazioni della piccola fauna, si auspica la diffusione della tecniche della cosiddetta "agricoltura di precisione".

Ringraziamenti

Ringraziamo sentitamente l'Associazione Vigilanza Anti-Incendi Boschivi (VAB) di Ferrara e il Gruppo di Volontari di Protezione Civile di San Giovanni in Persiceto (BO) per l'indispensabile supporto logistico fornito, il Prof. Antonio Ariani per la determinazione di *Diamysis mesohalobia*, subsp. *heterandra*, e il Prof. Roberto Argano per i consigli sul testo.

Bibliografia

- ARIANI A.P. & WITTMANN K.J., 2000 - Interbreeding versus morphological and ecological differentiation in Mediterranean *Diamysys* (Crustacea, Mysidacea), with description of four new taxa. *Hydrobiologia*, 441: 185-236.
- ARPA EMILIA ROMAGNA, SEZIONE DI FERRARA, 2001 - Rapporto sulla qualità delle acque del Po di Primaro nel comune di Argenta. 21 pp.
- PAUNOVIC M., MILJANOVIC B., SIMIC V., CAKIC P., DIKANOVIC V., JAKOVCEV-TODOROVIC D., STOJANOVIC B. & VELJKOVIC A. , 2005 – Distribution of non-indigenous Tubificid worm *Branchiura soewerbyi* (Beddard, 1892) in Serbia. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 19(3): 91-97.
- BONDESAN M., 2003 - Nuovo piano urbanistico di Ferrara. Relazioni geologiche per il PSC. Piano Strutturale Comunale. Quadro Conoscitivo. Comune di Ferrara, 125 pp.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A. & RUFFO S., 1994 - Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane, Voll. I e II, Provincia Autonoma di Trento, 484 pp.
- CANELLA M.F., 1954 - Ricerche sulla microfauna delle acque interne ferraresi. Introduzione allo studio dei Ciliati e dei Rotiferi. Pubblicazioni del Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara. IV, 154 pp.
- CIANFANELLI S., LORI E., INNOCENTI G., TRICARICO E. & GHERARDI F., 2008 - Molluschi e Crostacei nella piana di Firenze: il passato e il presente. Atti del Convegno Un piano per la piana: idee e progetti per un parco, Università di Firenze, 9-10 maggio 2008, pag. 1-20.
- CIBINETTO T., CASTALDELLI G., MANTOVANI S. & FANO E.A., 2005 - Valutazione della nicchia trofica potenziale di *Palaemonetes antennarius* (Crustacea: Palaemonidae) e di *Diamysis mesohalobia* (Crustacea: Mysidacea). Atti del XV Congresso della Società Italiana di Ecologia, 12-14 settembre 2005, Torino.
- COGNETTI G., SARÀ M. & MAGAZZÙ G., 2008 - Biologia Marina. Edizioni Sole24Ore, Edagricole, 608 pp.
- DAISIE, 2009. Handbook of alien species in Europe. *Springer*, 399 pp.
- ELLIOTT, J.M. 1977 - Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Scientific publ. #25. (2nd ed.). *Freshwater Biol. Assoc.* 156 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, JRC, 2009 - Good Environmental Status (GES) Descriptor. Non indigenous species introduced by human activities are at levels that do not adversely alter the ecosystem. 50 pp.
- GHETTI P.F. 1986 - I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione – Indice Biotico E.B.I. modificato. Provincia Autonoma di Trento, 122 pp.

- LENCIONI V., MARZIALI L. & ROSSARO B., 2007 - I Ditteri Chironomidi. Morfologia, tassonomia, ecologia, fisiologia e zoogeografia. *Quaderni del Museo Tridentino di Scienze Naturali*, 1, 171 pp.
- MARLETTO V., ANTOLINI G., TOMEI F., PAVAN V. & TOMOZEIU R., 2009 - Atlante idroclimatico dell'Emilia-Romagna 1961- 2008. ARPA Emilia Romagna, Servizio Idro-Meteo-Clima, 96 pp.
- MINELLI A. & TREVISANELLO E., 1985 - Considerazioni sulla fauna legata alle macrofite in un tratto del fiume Sile (Italia nordorientale). *Lavori della Società Veneta di Scienze Naturali*, 10: 79-96.
- MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (eds.), 1993-1995 - Checklist delle specie della fauna italiana. Fascicolo 16. Gastropoda Pulmonata, *Edizioni Calderini*, Bologna.
- OECD, 1982 - Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France, 154 pp.
- ORENDT C., SCHMIDT C., VAN LIEFFERINGE C., WOLFRAM G. & DE DECKERE E., 2010 - Include or Exclude? A review on the role and suitability of aquatic invertebrate neozoa as indicators in biological assessment with special respect to fresh and brackish waters. *Biological Invasion*, 12: 265-283.
- PANTALEONI R.A., BONALBERTI L., CURTO G.M. & TREVISANI F., 1987 - Esperienze di applicazione dell'Extended Biotic Index in corpi idrici di bassa pianura: bacino idrografico Burana-Volano (Ferrara, Emilia-Romagna). *Quaderni della Stazione di Ecologia del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 1: 7-46.
- PANTALEONI R.A., CURTO G.M. & TREVISANI F., 1987 - Mappaggio biologico di qualità di un reticolo idrografico di bassa pianura: bacino Burana-Volano, sottobacino Giralda (Ferrara, Emilia-Romagna). *Quaderni della Stazione di Ecologia del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 1: 47-87.
- SOKAL, R.R. & ROHLF F.J., 1995 - Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. *W. H. Freeman and Co.*: New York. 887 pp.
- STAFF UNESCO, 2009 - Piano di gestione. Volume I. I fondamenti. *SATE industrie Grafiche*, Ferrara, 241 pp.
- VOLKMER-RIBEIRO C., GUADAGNIN D.L., DE ROSA-BARBOSA R., SILVA M.M., DRÜGG-HAHN S., LOPES-PITONI V.L., GASTAL H.A. DE O., BARROS M.P. & DEMAMAN L.V., 2004 - A polyethyleneterephthalate (PET) device for sampling freshwater benthic macroinvertebrates. *Brazilian Journal of Biology*, vol.64: 531-541.

Sitografia

ARPA 2009. Rete di monitoraggio per la qualità ambientale. Stazioni Acque Superficiali interne. Ponte Gaibanella, Sant'Egidio (Ferrara). Po morto di Primaro. Anno 2009.

http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/ferrara/ssa/acque_superficiali/09/2009_05001100.pdf, consultato il 19/08/2010.

Formulario Natura 2000 ZPS IT4060017: <http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/natura2000/siti/it4060017.htm>, consultato il 19/08/2010.

Repertorio flora protetta: http://www.minambiente.it/opencms/opencms/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=Repertorio_della_flora_italiana_protetta.html, consultato il 19/08/2010.

Checklist della fauna italiana: <http://www.faunaitalia.it/>, consultato il 19/08/2010.

Indirizzo degli autori:

Carla Corazza
Stazione di Ecologia, Museo di Storia Naturale,
via De Pisis, 24
I-44121 Ferrara
e mail: c.corazza@comune.fe.it

Anna Pantaleoni, Axel Sangiorgi, Sara Lefosse
Volontari del Servizio Civile Nazionale
c/o Stazione di Ecologia, Museo di Storia Naturale,
via De Pisis, 24
I-44121 Ferrara