

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTA' DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

CORSO DI LAUREA IN

**VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO
MONTANO**



**STUDIO DEL POPOLAMENTO A CHIRONOMIDI (*DIPTERA*,
CHIRONOMIDAE) IN DUE SITI DI RACCOLTA SUL FIUME OGLIO (VEZZA
D'OGGIO - BS): CONFRONTO CON I DATI CENSITI DAL 1978 AL 2000**

RELATORE: DR. MATTEO MONTAGNA

CORRELATORE: PROF. BRUNO ROSSARO

**CANDIDATO:
BACCANELLI MARCO ANTONIO
MATR.: 800571**

A.A. 2013/2014

INDICE

RIASSUNTO	5
1. INTRODUZIONE E FINALITA' DEL TIROCINIO	7
2. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA E DEGLI HABITAT ACQUATICI	8
2.1 Proprietà e funzioni dei corsi d'acqua	9
2.2 I <i>Flow types</i> : caratterizzazione dell'habitat acquatico a livello locale	12
2.3 Il biomonitoraggio degli ambienti d'acqua dolce attraverso i macroinvertebrati	14
2.4 Legislazione: WFD e monitoraggio dei corsi d'acqua in Italia	16
3. I CHIRONOMIDI COME BIOINDICATORI IN AMBIENTE FLUVIALE	18
3.1 Inquadramento tassonomico dei Chironomidi e generalità	18
3.1.1 <i>Classificazione</i>	18
3.1.2 <i>Caratteristiche, biologia e morfologia</i>	18
3.2 I Chironomidi nell'arco alpino	21
3.3 Altri invertebrati bentonici dei corsi d'acqua dolce	24
4. MATERIALI E METODI UTILIZZATI	27
4.1 Inquadramento dei siti di campionamento esaminati	27
4.2 Campionamento ed identificazione dei taxa bentonici	29
4.3 Preparazione dei vetrini in laboratorio ed identificazione specifica dei campioni di chironomidi	33
5. RISULTATI	35
5.1 Risultati ottenuti	35
5.2 Ecologia dei principali generi censiti	43
5.3 Confronto dei dati ottenuti con il record storico	45

6. CONCLUSIONI	52
7. ALLEGATI	53
8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	56
9. RINGRAZIAMENTI	58

RIASSUNTO

Il presente studio si prefigge di caratterizzare il popolamento a Chironomidi (*Insecta; Chironomidae*) in due siti di studio sul fiume Oglio in prossimità dell'abitato di Vezza d'Oglio (BS), e di comparare i risultati ottenuti con quelli di un'indagine svoltasi tra il 1979 e il 1980 negli stessi siti con lo scopo di valutare l'eventuale impatto del *global change* sulla cenosi a Chironomidi.

Al fine di raggiungere tali obiettivi sono stati eseguiti campionamenti, secondo metodo IBE, con cadenza settimanale nei mesi di marzo/ aprile e agosto/settembre 2014. Inoltre è stato valutato l'indice IFF (indice di funzionalità fluviale) per i due tratti del fiume Oglio corrispondenti ai due siti d'indagine esaminati. In una classificazione basata su una scala a cinque livelli (da "scarso" a "elevato"), il giudizio IFF complessivo attribuibile ai due siti fluviali indagati, simili per caratteristiche morfologiche e biologiche, è risultato essere "sufficiente". Il campionamento degli esemplari, invece, è avvenuto utilizzando il retino da drift e il retino immanicato. I campioni raccolti sono stati smistati sul campo e conservati in barattoli da 500ml contenenti una miscela di etanolo al 70%. La selezione di campioni appartenenti ai Chironomidi e la loro identificazione tassonomica a livello specifico è stata possibile grazie all'ausilio di microscopio (ottico e stereomicroscopio) e alla consultazione di letteratura specialistica. L'identificazione dei campioni raccolti ha permesso di caratterizzare la cenosi a Chironomidi presente nel 2014 nei due siti indagati e di poter eseguire un confronto con le specie censite negli anni 1978-1980.

In totale sono stati censiti 397 esemplari (in prevalenza pupe e larve) di cui 171 nel periodo primaverile e 226 in quello estivo. Le specie ritrovate sono state 34 e queste appartengono a 21 generi differenti. Delle 34 specie censite 12 sono state identificate sia nel sito di monte che in quello di valle, mentre 10 e 12 sono risultate le specie esclusive rispettivamente del sito di monte e del sito di valle. La presenza di 12 specie esclusive nel sito di valle, a circa 2 km di distanza da quello di monte, è attribuibile ad un trasporto attivo da

parte degli affluenti del fiume Oglio (Torrente Grande e Torrente Paghera) che si immettono nel tratto di fiume tra i due siti di campionamento. Nel dettaglio queste specie sono: *Diamesa goetghebueri*, *D. modesta*, *Pseudodiamesa branickii*, *Prodiamesa olivacea*, *Eukiefferiella tirolensis*, *E. devonica*, *Orthocladius ashei*, *O. rivulorum*, *Cricotopus annullator*, *Micropsectra radialis*, *Boreoheptagyia legeri* e *Corynoneura coronata*. Le specie più abbondanti nella cenosi a Chironomidi dei due siti indagati sono *Orthocladius rivicola* (154 esemplari censiti), *O. thienemanni* (50 esemplari) e *Paratrichocladius skirwithensis* (36 esemplari). Al fine di valutare le differenze nel popolamento a Chironomidi a distanza di oltre 30 anni, è stato effettuato il confronto tra le specie censite nella primavera e nell'estate degli anni 1978-1979 nei siti di monte e di valle con quelle censite durante il presente tirocinio, nei medesimi siti e periodi. Nonostante il numero di campionamenti svolti in passato sia superiore a quello del 2014 e siano stati indagati anche ulteriori siti nel territorio circostante all'abitato di Vezza, è emerso che nove delle 34 specie censite nel 2014 non sono state precedentemente censite. Tali specie sono: *Eukiefferiella devonica*, *Orthocladius rivulorum*, *O. ashei*, *Cricotopus bicinctus*, *Zavreliomyia melanura*, *Tvetenia verralli*, *Krenosmittia Boreoalpina*, *Nilotanytus dubius* e *Micropsectra radialis*. Il cambiamento osservato nella cenosi a Chironomidi nel 2014 rispetto a quella dei decenni passati ha consentito di formulare alcune ipotesi al riguardo ricollegabili al cambiamento climatico in atto. Tale cambiamento potrebbe aver favorito l'affermarsi di specie di Chironomidi provenienti da quote inferiori più adatte alle nuove condizioni climatico-ambientali. Tra questi taxa, ne è un esempio *Cricotopus bicinctus*. In futuro sarebbe opportuno validare queste ipotesi svolgendo un monitoraggio più costante durante tutto l'arco dell'anno e in diversi siti d'indagine.

1. INTRODUZIONE E FINALITA' DEL TIROCINIO

Lo scopo dell'esperienza di tirocinio eseguita è stato lo svolgimento di una campagna di raccolta e studio dei ditteri *Chironomidae* (Newman, 1836) del fiume Oglio in due siti all'interno del comune di Vezza d'Oglio (BS). I siti indagati, a partire dagli anni '70 fino ai primi anni 2000, sono stati oggetto di numerose campagne di raccolta. Gli obiettivi del tirocinio svolto sono stati:

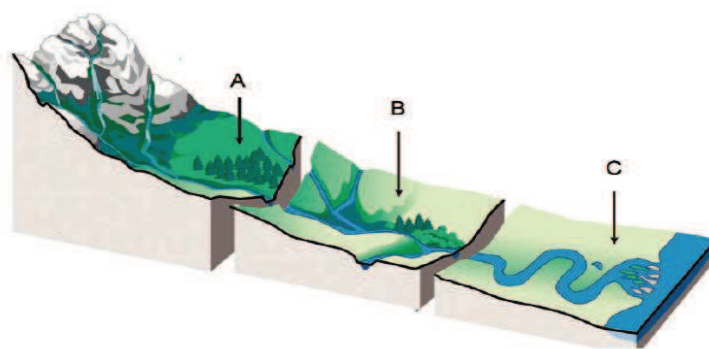
- caratterizzare la cenosi a Chironomidi del Fiume Oglio nei siti prescelti;
- eseguire un confronto sulla composizione della biocenosi a Chironomidi attuale con quella censita dal '70 al 2000 al fine di mettere in evidenza un eventuale "trend" nella struttura delle comunità attribuibile al cambiamento climatico verificatosi.

Settimanalmente, durante i mesi di marzo-aprile e agosto-settembre, si sono svolti dei campionamenti di materiale biologico eseguiti mediante retino da drift e retino immanicato. Gli organismi prelevati sono poi stati conservati sia in alcool 70°, per l'identificazione molecolare, sia in alcool 99° per futuri studi sul DNA. Il materiale raccolto è stato quindi esaminato in laboratorio per l'identificazione a livello specifico utilizzando un microscopio stereoscopico, un microscopio biologico e consultando bibliografia specialistica. Inoltre è stato portato in laboratorio materiale vivo per ottenere esuvie pupali e adulti dalle larve. Durante il campionamento del materiale biologico si è misurata la temperatura dell'acqua del fiume raccogliendone poi alcuni campioni per misurarne i principali parametri chimico-fisici (e.g. conducibilità elettrica, pH). Grazie a questa esperienza di tirocinio è stato possibile acquisire competenze nell'ambito della pianificazione e gestione di un programma di campionamento di macroinvertebrati acquatici e tecniche di campionamento specifiche. Inoltre sono state fornite le necessarie nozioni di anatomia degli insetti finalizzate a riconoscere i principali gruppi tassonomici di insetti presenti in ambienti di acque lotiche, con particolare riferimento al taxon indagato.

2. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA E DEGLI HABITAT ACQUATICI

I principali fiumi dell'Italia settentrionale discendono dalle Alpi e hanno un regime abbastanza stabile nel corso dell'anno con portate piuttosto abbondanti. In autunno e in primavera i fiumi sono alimentati dalle piogge, copiose sull'intera regione alpina, mentre in estate l'apporto di acque deriva in buona parte dallo scioglimento dei ghiacciai. L'inverno invece è il periodo di minore portata. Un fiume non è un'entità isolata, ma va analizzato nel contesto del suo bacino idrografico proprio perché il fiume è legato al suo territorio attraverso continui scambi (e.g., acqua, apporto organico ed inorganico proveniente dai versanti). L'ambiente fluviale è strettamente connesso alla geologia, al tipo prevalente di alimentazione della sorgente (i.e. ghiacciaio, neve, pioggia, sottosuolo), all'altitudine, alla pendenza dell'alveo e alle dimensioni dei substrati; inoltre è condizionato dal continuo e intenso scambio di materia organica, tra l'ambiente terrestre e quello acquatico. È possibile individuare alcune parti dei corsi d'acqua con caratteristiche comuni in funzione dell'altitudine; a questo proposito si parla di zonazione altitudinale del fiume (Fig. 2.1). Questa zonazione consiste, in modo approssimativo, a una suddivisione del corso d'acqua in tre fasce: i) alta montagna (in cui si sono svolti i rilievi e i campionamenti utili alla realizzazione del presente elaborato), ii) fondovalle e iii) pianura.

FIGURA 2.1 - Zonazione altitudinale di un corso d'acqua: a) alta montagna; b) fondovalle; c) pianura.



www.usda.gov/stream_restoration

In alta montagna i corsi d'acqua che scorrono lungo i pendii hanno una temperatura dell'acqua bassa anche durante i mesi estivi (in estate raggiunge in media gli 8°C e d'inverno i 2°C), a differenza delle acque stagnanti, in cui la temperatura sale durante il giorno e scende durante la notte. La

temperatura nei torrenti rimane costante per l'intero arco della giornata (Ufficio Parchi naturali, Provincia autonoma di Bolzano Alto Adige, www.provinz.bz.it). Il substrato dei torrenti che percorrono i versanti dell'arco alpino è costituito da grosse pietre, rocce e altri elementi litoidi di medie e grandi dimensioni mentre ghiaia e sabbia sono presenti solo in alcune aree più riparate e meno esposte alla forza esercitata dalla corrente (Fenoglio, 2012). Negli ambienti circostanti ai torrenti alpini si possono osservare diverse specie vegetali (e.g., Pino mugo, *Rhododendrum ferrugineum*, *Leontopodium alpinum*, *Gentiana acaulis*, *Pulsatilla alpina*, *Ranunculus glacialis*), mentre all'interno del corso d'acqua e nelle sue immediate vicinanze non troviamo più queste specie vegetali, poiché l'impeto dell'acqua ne danneggerebbe l'apparato fogliare, radicale e si verificherebbe il fenomeno dell'anossia¹ radicale. Nei torrenti alpini vi sono organismi che si sono adattati per sopravvivere in un ambiente in cui il fattore chiave è la velocità della corrente. Troviamo ad esempio le alghe bentoniche, che sono il principale gruppo di produttori primari del torrente ed appartengono principalmente al gruppo delle *Diatomee*, e organismi unicellulari che colonizzano i fondali grazie alle piccole dimensioni ed alla forma particolare del guscio siliceo (Fenoglio, 2012). Spesso, in prossimità di massi o di ostacoli emergenti, sono presenti ammassi schiumosi e grigiastri testimonianza del fatto che nel fiume è presente un'abbondante popolazione fungina.

2.1 - Proprietà e funzioni dei corsi d'acqua

L'habitat di un organismo acquatico viene influenzato dalle caratteristiche idrauliche e morfologiche del fiume in quanto sono queste stesse condizioni a definirne gli habitat fisici (Statzner & Highler, 1986). Ad esempio, l'interazione tra flusso e sedimento determina la variazione dei parametri che caratterizzano l'habitat (e.g., presenza di nutrienti, scambio gassoso, stress erosivo) creando una notevole varietà di combinazioni che supportano le interazioni all'interno del biota fluviale (e.g. Statzner et al., 1988; Poff & Ward, 1989). Per questo motivo brusche variazioni nei parametri idraulici, come la portata, o strutturali di un fiume possono influenzare la composizione della comunità stessa, portando a nuove associazioni di specie (Singh & Broeren, 1989). Al fine di eseguire rilievi ambientali nei corsi d'acqua è importante considerarne il carattere di lenticità² o di loticità³ in un

¹ Il termine *anossia* indica la diminuzione della disponibilità di ossigeno al di sotto dei livelli fisiologici; questo provoca una sofferenza delle cellule e dei tessuti dell'organismo.

² In ecologia l'*habitat lentic* è quello tipico delle acque interne non correnti (laghi, stagni, pozze); in contrapposizione a *lotico*.

determinato momento temporale. La relazione tra biotipi e caratteristiche idrologiche e morfologiche di un fiume è considerato uno dei fattori più importanti nel determinare la qualità di un ecosistema. Gli eventi che possono perturbare il biota fluviale sono eventi di secca, molto diffusi nel periodo estivo nell'area mediterranea mentre sono più rari in ambito alpino, oppure piene e inondazioni.

I fiumi, e più in generale i corsi d'acqua, rivestono un ruolo molto importante che spesso viene trascurato. Le principali funzioni svolte dai fiumi sono molteplici:

- ritenzione. La differente forma dell'alveo, il substrato molto diversificato e la presenza di vegetazione in acqua favoriscono l'intrappolamento del materiale organico grossolano che cade nel fiume (Paolo Negri et al. 2010). Questo processo di ritenzione consente di bloccare e immagazzinare notevoli quantità di materiale organico, come rametti e foglie, che costituiscono la base energetica per le diverse specie che vivono nei corsi d'acqua;
- autodepurazione. I fiumi sono i migliori depuratori esistenti al mondo (Paolo Negri et al. 2010). Infatti nei corsi d'acqua hanno luogo vari processi chimici e biologici che consentono di degradare gli inquinanti di origine naturale ed antropica. Gli inquinanti vengono metabolizzati da microrganismi come batteri e funghi, i cui prodotti di scarto sostengono una comunità microscopica che vive sui substrati duri, come ciottoli e massi, o sulla superficie di alghe (Paolo Negri et al. 2010). Questa comunità di microrganismi costituisce il primo sistema di autodepurazione dei fiumi. L'altro grande sistema di autodepurazione è costituito da una comunità di organismi più grandi (macroinvertebrati o *macrobenthos*), formata in prevalenza da larve di insetti (e.g., Efemerotteri, Tricotteri) ma anche Crostacei, Molluschi e Oligocheti. Tutti questi organismi possiedono vari adattamenti trofici: alcuni sono detritivori, altri erbivori oppure carnivori, con una molteplicità di specializzazioni che permette loro di utilizzare le diverse risorse trofiche presenti nel fiume. All'autodepurazione dei fiumi contribuiscono inoltre vertebrati come pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi che si nutrono di macroinvertebrati. L'efficienza del potere di autodepurazione dei fiumi dipende dalla loro integrità: se un corso d'acqua si trova in buone condizioni allora sarà in grado di degradare più velocemente gli inquinanti;

³ Viene definito *lotico* l'habitat delle acque correnti che comprende fiumi, torrenti, ruscelli, rapide e sorgenti.

- corridoio ecologico. I fiumi possono essere considerate delle autostrade verdi che collegano aree naturali all'interno di contesti antropizzati (Paolo Negri & al. 2010). Il corso d'acqua costituisce un collegamento molto utile per piante e animali che lo utilizzano per spostarsi e riprodursi. Ad esempio, le grandi migrazioni degli uccelli seguono in genere i tracciati segnati dai fiumi, oppure alcune specie vegetali utilizzano l'acqua che scorre per disperdere i propri semi (Paolo Negri & al., 2010);
- filtro della fascia riparia. La fascia riparia, ambiente che traccia il confine tra il comparto terrestre e quello acquatico, possiede alcune proprietà positive per la condizione dell'ambiente acquatico: è una zona di filtro per l'azoto (grazie a processi microbiologici e all'assorbimento radicale) e per il fosforo, riduce l'azione del deflusso superficiale (grazie all'ostacolo meccanico dovuto alla presenza di vegetazione), mitiga gli sbalzi di temperatura dell'acqua (attraverso l'azione di ombreggiamento delle piante), limita le piene dato che è una zona di esondazione naturale e ha un effetto anti-erosivo sulle sponde (grazie all'apparato radicale della vegetazione arborea).

Queste differenti funzioni proprie dei fiumi possono anche essere quantificate grazie alla disponibilità di un indicatore rappresentativo specifico. L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), appunto, è l'importante indice ecologico utile per raccogliere e valutare le diverse informazioni riguardanti i corsi d'acqua, riferendosi sia alle caratteristiche e proprietà della fascia riparia che agli aspetti morfologici e biologici dell'habitat fluviale. L'applicazione di questo indice consiste nell'osservazione di un tratto omogeneo di un fiume al fine di compilare una scheda contenente 14 domande (7 nella versione semplificata), ad ognuna delle quali sono associate quattro possibili risposte riguardanti le condizioni dell'alveo e del territorio ad esso circostante.

In seguito ad un'analisi preliminare di tipo visivo, si esegue una somma dei vari punteggi ottenuti per le diverse risposte alle domande previste, arrivando così alla determinazione del valore (o livello) di funzionalità del corso d'acqua; tale valore corrisponde ad un punteggio compreso tra 14 e 300 nella versione completa, mentre tra 7 e 35 in quella semplificata (Fig. 2.2).

FIGURA 2.2 - Livelli di funzionalità IFF (versione semplificata).

Punteggio	Giudizio	Colore	Descrizione
7 - 11	ELEVATO	azzurro	Tratto di fiume di elevata qualità ecologica con processi che favoriscono l'autodepurazione e la presenza di una flora e fauna ben diversificate.
12-16	BUONO	verde	Tratto di fiume con una buona qualità ecologica. La funzionalità rimane accettabile anche se si notano alcuni effetti dell'azione dell'uomo.
17-21	SUFFICIENTE	giallo	Tratto di fiume con una sufficiente qualità ecologica. Il fiume però non possiede più alcuni importanti aspetti ecologici.
22-26	INSUFFICIENTE	arancione	Tratto di fiume con una insufficiente qualità ecologica. L'ecosistema fiume è compromesso e gli interventi dell'uomo sono evidenti.
> 27	SCARSO	rosso	Tratto di fiume con una scarsa qualità ecologica. Settore fluviale ampiamente manomesso, i processi funzionali sono praticamente assenti.

Centro Internazionale Civiltà dell'acqua, 2010; *Fiumi alpini e nuova cultura dell'acqua: una rivoluzione in Europa: la direttiva quadro acque*; a cura di Eriberto Eulisse

2.2 - I *flow types*: caratterizzazione dell'habitat idraulico a livello locale

I *flow types* (Tab. 2.1) identificano dei biotopi di flusso, cioè dei particolari modelli in grado di fornire un metodo descrittivo standard per la valutazione delle caratteristiche fisiche presenti in un fiume, basato sul riconoscimento di alcune caratteristiche del fiume stesso. Variabili idrauliche selezionate sono spesso predittori dei *flow types* stessi (Padmore, 1997). Tra queste variabili la più importante e significativa è il Froude *number*, un indice adimensionale che permette il confronto tra aree differenti e mostra una buona correlazione con la distribuzione degli invertebrati macrobentonici (Statzner, 1981; Jowett et al., 1991). Il riconoscimento visivo dei principali *flow types* è piuttosto semplice da eseguire e fornisce parecchie informazioni. Gli aspetti che contribuiscono a definire i nove *flow types* inseriti nel RHS⁴ (River Habitat Survey) sono:

- l'aspetto della superficie dell'acqua;
- la velocità di corrente dell'acqua;

⁴ Il *River Habitat Survey* (RHS), messo a punto in Inghilterra alla fine degli anni '90 (Raven et al.; 1998), è un sistema descrittivo delle caratteristiche e della qualità dei fiumi, basato sul rilevamento e l'analisi di parametri associati alla struttura fisica dei corsi d'acqua. Il *River Habitat Survey* consente di rilevare dati quali le caratteristiche morfologiche, idrauliche e idrologiche degli habitat fluviali.

- la direzione del flusso;
- l'influenza che il substrato del fiume ha sul flusso stesso.

TABELLA 2.1 - Definizioni dei flow types.

"Flow type"	Definizione
Cascata/ <i>Free fall (FF)</i>	L'acqua cade verticalmente, ed è visibile separata dal substrato sottostante o retrostante. Questo <i>flow type</i> è generalmente associato a cascate naturali.
<i>Chute (CH)</i>	L'acqua scorre lenta e aderente al substrato, con una dolce curvatura. Se si hanno più <i>flow type "chute"</i> in corrispondenza di un unico masso, si crea un profilo a salti.
<i>Broken standing waves (BW)</i>	L'acqua sembra scorrere verso monte, contro corrente. Perché le onde possano essere definite "rotte" è necessario che ad esse siano associate creste bianche e disordinate. Questo <i>flow type</i> è solitamente associato a rapide.
<i>Unbroken standing waves (UW)</i>	L'acqua è associata ad una superficie disturbata, con un tipico profilo a "schiena di drago". Il fronte dell'onda non è rotto, anche se a volte le creste presentano della schiuma bianca.
Flusso caotico / <i>Chaotic flow (CF)</i>	E' un misto tra i flussi più veloci (per es. FF, CH, BW e UW) in cui nessuno è predominante.
Increspato / Rippled (RP)	La superficie dell'acqua mostra delle piccole increspature simmetriche, che si muovono verso valle. Attenzione: in presenza di vento forte è possibile che il <i>flow type</i> liscio (in seguito) appaia come increspato.
In risalita / <i>Upwelling (UP)</i>	Acqua che sembra in ebollizione, con bolle che arrivano in superficie da porzioni più profonde del fiume. Tale aspetto è dovuto spesso alla presenza di grossi flussi che risalgono dal letto del fiume, disturbando la superficie dell'acqua. Si torva generalmente all'uscita di stretti meandri o dietro a strutture interne al canale (piloni di sostegno dei ponti) o ai piedi di cascate o briglie.
Liscio / <i>Smooth (SM)</i>	Si tratta di un flusso laminare, con superficie priva di turbolenze. Se in dubbio, il riconoscimento può essere facilitato dall'uso di un bastoncino che, messo in acqua, determinerà, in presenza di questo tipo di flusso, la formazione di piccole onde ai suoi lati.
Non percettibile / <i>No perceptible flow (NP)</i>	Caratterizzato da assenza di movimento dell'acqua. E' possibile trovarlo anche in fiumi con regime idrico regolamentato, a valle di dighe, per esempio, oppure in presenza di strutture naturali presenti in alveo, come grossi massi.
Asciutto / <i>No flow (DR)</i>	Un canale deve essere registrato come asciutto sia che la mancanza di flusso sia dovuta a condizioni naturali sia che sia dovuta all'intervento dell'uomo.

In base a questi aspetti, i tratti fluviali dei due siti di campionamento del fiume Oglio descritti in questo elaborato corrispondono: il sito di monte al *flow type* RP (increspato/*rippled*) mentre quello di valle al *flow type* UW (*Unbroken standing waves*). I *flow types* presenti in un dato sito possono modificarsi notevolmente in relazione a variazioni di portata anche minime e del livello del fiume stesso. Tale metodo di classificazione, inoltre, è rapido, semplice e non espone a rischi l'operatore, dato che il riconoscimento dei *flow types* può essere condotto semplicemente dalla riva del fiume.

2.3 - Il biomonitoraggio degli ambienti d'acqua dolce attraverso i macroinvertebrati

Al fine di comprendere la qualità di un ecosistema fluviale si potrebbe svolgere un'analisi chimica per individuare il contenuto delle varie sostanze disciolte nell'acqua in un determinato momento ma, per valutare lo stato del fiume è necessario studiare le varie componenti che formano l'ecosistema. La disciplina scientifica che analizza le risposte biologiche ai cambiamenti di origine naturale o umana nell'ambiente per misurarne la qualità è il biomonitoraggio. Quest'ultimo sfrutta gli organismi viventi dell'ecosistema in quanto possiedono una ben precisa valenza ecologica, data dal considerare diversi fattori (e.g., il *range* ottimale di sviluppo di un organismo o la tolleranza ad inquinanti), e sono capaci di reagire a stimoli e pressioni provenienti dall'esterno (Tab. 2.2). Gli organismi bioindicatori, in base a ciò che avviene all'interno degli ecosistemi, reagiscono di conseguenza e il biomonitoraggio studia proprio queste reazioni.

TABELLA 2.2 - Caratteristiche di un organismo bioindicatore.

Caratteristiche per essere un bioindicatore	Caratteristiche per essere un buon bioindicatore per il monitoraggio
essere facilmente identificabili	sensibilità conosciuta verso determinati inquinanti
essere facilmente campionabili anche dal punto di vista quantitativo	ampia distribuzione nell'area da esaminare
avere una distribuzione geografica ampia e continua	scarsa mobilità
essere ben conosciuti dal punto di vista ecologico	ciclo vitale lungo

accumulare spontaneamente gli inquinanti	uniformità genetica in tutta l'area da esaminare
possedere una bassa variabilità sia genetica che ecologica	presenza durante tutto l'anno

La componente più studiata dell'ecosistema fluviale sono i macroinvertebrati perchè sono appunto degli ottimi bioindicatori. I Chironomidi rientrano tra gli organismi impiegati come indicatori di inquinamento chimico da metalli pesanti, di variazioni di salinità nei laghi e di precipitazioni acide (Eulisse & al., 2010). Le diverse specie hanno evoluto particolari adattamenti fisiologici, morfologici e comportamentali per sopravvivere in ambienti lentici. Ad esempio, la presenza di emoglobina in alcune specie (e.g. *Chironomus plumosus*) permette loro di colonizzare laghi caldi e con basso contenuto di ossigeno. I chironomidi costituiscono un ottimo materiale per le indagini paleolimnologiche grazie alla presenza, nelle larve, di una capsula cefalica chitinoso che si conserva bene nei sedimenti consentendo la determinazione degli individui a livello di genere/specie. La temperatura è uno dei principali fattori, insieme all'ossigeno, che influenza i cicli vitali, la distribuzione e la sopravvivenza di questi insetti (Rossaro, 1991 & Tokeshi, 1995). In fiumi che presentano un'elevata qualità ambientale la struttura della comunità di macroinvertebrati è complessa e diversificata. Il numero di specie presenti è elevato ed esse sono in un rapporto numerico equilibrato: nessuna specie prevale sulle altre (Fig. 2.3). I macroinvertebrati sono sensibili a qualsiasi fonte di inquinamento quindi, in base al grado di alterazione del corso d'acqua, si osserva un cambiamento del numero delle specie presenti, la scomparsa di quelle più sensibili e l'aumento del numero degli individui appartenenti alle poche specie più resistenti.

FIGURA 2.3 - Comunità macro-bentonica bilanciata.



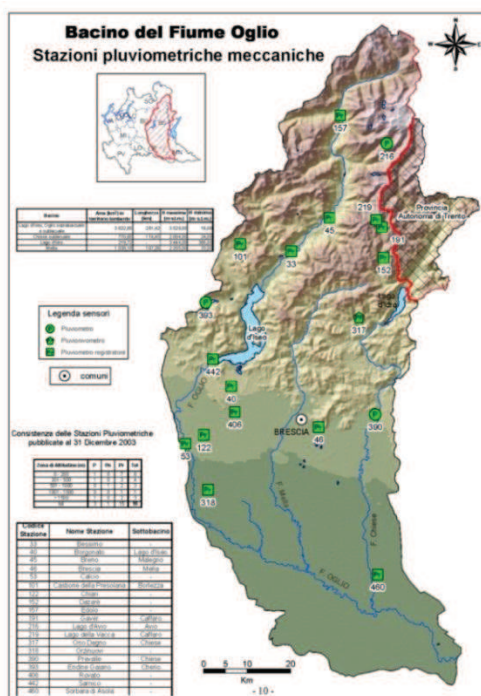
Centro Internazionale Civiltà dell'acqua, 2010; Fiumi alpini e nuova cultura dell'acqua: una rivoluzione in Europa: la direttiva quadro acque; a cura di Eriberto Eulisse

2.4 - Legislazione: WFD e monitoraggio dei corsi d'acqua in Italia

La principale direttiva approvata a livello europeo è stata la UE *Water Framework Directive* (Direttiva 2000/60/EC), detta anche WFD, ufficialmente approvata nell'ottobre 2000, che definisce una serie di azioni necessarie per la classificazione e la gestione dei corpi idrici. La WFD integra e modifica alcune direttive precedenti formulate prima del 2000 che normavano le acque in modo frammentario senza possibilità di coordinamento tra ambiti e discipline diverse. Il riordino imposto dalla 2000/60 comporta invece l'integrazione di tutta la legislazione europea in materia di acque per riuscire a ridefinire le competenze amministrative e di gestione dei fiumi. In Italia l'attività di ricerca di CNR-IRSA, uno tra gli enti di riferimento in questo ambito, si è realizzata nella partecipazione ai progetti AQEM (*"The Development and testing of an Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers trough Europe using Benthic Macroinvertebrates"*) e STAR (*"Standardisation of River Classification"*). In particolare il progetto AQEM (anni 2000/2002) ha avuto come obiettivo primario quello di mettere a punto una metodologia per valutare la qualità ecologica dei corsi d'acqua, basata sui macroinvertebrati bentonici, che soddisfacesse le richieste della Direttiva Europea sulle Acque. Il progetto E.U. STAR (anni 2002/2005), che è una prosecuzione del precedente progetto, intende estendere le ricerche di cui sopra ad altre componenti ecologiche (oltre agli invertebrati acquatici, macrofite, diatomee, pesci). La Direttiva WFD stabilisce che in Europa tutte le acque (e.g., laghi, fiumi, acque sotterranee, delta dei fiumi, acque costiere, paludi) debbano raggiungere la condizione di Buono stato ecologico entro il 2015. La Direttiva Acque definisce la condizione di Buono stato Ecologico dei corpi idrici in base alla valutazione di tre parametri congiunti da considerare contemporaneamente: la qualità biologica, la qualità chimica e la qualità morfologica. Prima della 2000/60, le politiche di protezione delle acque si limitavano a considerare la qualità esclusivamente riguardo agli usi antropici e funzionali dell'acqua (e.g., usi potabili, irrigui, industriali e per la balneazione), senza considerare la funzionalità specifica degli ecosistemi acquatici. La 2000/60, inoltre, analizza gli ecosistemi fluviali dal punto di vista del Bacino Fluviale (Fig. 2.4), ovvero non ragiona sul singolo corso d'acqua bensì sull'intera unità geologica e idrologica di un bacino idrografico⁵.

⁵ In idrografia il **bacino idrografico** è un territorio (identificabile in una valle o una pianura), il cui perimetro è delimitato da una linea spartiacque, linea immaginaria che generalmente corre lungo la cresta dei rilievi montuosi. Il bacino idrografico è un'area di raccolta delle acque che scorrono sulla superficie del suolo e che confluiscono verso un determinato corpo idrico (fiume, lago o mare interno) che dà il nome al bacino stesso.

FIGURA 2.4 - Esempio di Bacino Fluviale: Bacino del fiume Oglio.



www.arpalombardia.it

La WFD richiede che la valutazione di un sito fluviale venga derivata dal confronto tra la situazione osservata e la situazione attesa in condizioni di naturalità (Marziali et al., 2009). Il metodo di monitoraggio che viene attualmente utilizzato in Italia per la classificazione di qualità dei fiumi è l'IBE (Indice Biotico Esteso: Ghetti, 1997; APAT-IRSA, 2004), considerato il metodo standard per la valutazione dei corsi d'acqua. L'IBE valuta gli impatti antropici sulle comunità macrobentoniche dei corsi d'acqua. In Italia, grazie al D.L.vo 152/99 (e successive integrazioni) riguardante la tutela delle acque dall'inquinamento, per la prima volta si individuano, oltre ad obiettivi di qualità per le acque a specifica destinazione (e.g., potabilizzazione, balneazione, vita dei pesci), obiettivi ambientali indipendenti dagli usi a cui la risorsa idrica viene destinata e si stabilisce un criterio di classificazione. Lo stesso Decreto stabilisce che, per i corpi idrici significativi venga raggiunto, entro il 2016, lo stato di qualità ambientale "buono" o che venga mantenuto lo stato di qualità "elevato" per quei corpi idrici già classificati in tale stato.

3. I CHIRONOMIDI COME BIOINDICATORI NEGLI AMBIENTI FLUVIALI

3.1 - Inquadramento tassonomico dei Chironomidi e generalità

3.1.1 - Classificazione

I chironomidi (*Diptera, Chironomidae*) sono una famiglia di insetti appartenenti all'ordine dei Ditteri. Dal greco *Χειρόμομος* (mimica), termine riferito alla gestualità delle mani tipica della chironomia (arte nel muovere le mani) in riferimento alla posizione assunta dall'adulto durante il riposo (zampe anteriori sollevate sopra il capo e tese in avanti). L'aspetto morfologico degli insetti adulti ricorda quello delle comuni zanzare ma i Chironomidi, a differenza di queste, non prevedono l'ematofagia⁶ nella propria dieta. Attualmente sono note circa 15.000 specie (Cranston, 1995), di cui quasi 500 in Italia (Lencioni, 2000). In un unico lago si possono rinvenire anche più di cento specie (Harper & Cloutier, 1986; Frey, 1988), molto diverse per ecologia. La loro sopravvivenza negli ambienti dulciacquicoli dipende da numerosi fattori, fra i cui la temperatura dell'acqua, il contenuto di ossigeno e il pH (Oliver, 1971; Pinder, 1986). Per la loro ubiquità e ricchezza in specie stenoece⁷ e stenotope⁸, i chironomidi sono ottimi bioindicatori (Wiederholm, 1980; Lindegaard, 1995) dello stato trofico dei laghi (Brundin, 1949, 1956; Sæther, 1979; Hofmann, 1986, 1988). In particolare, taxa appartenenti alla *Tanytarsus lugens-community* (Brundin et al., 1949) sono indicatori di condizioni di buona ossigenazione, viceversa la presenza di specie del genere *Chironomus* è indice di bassa ossigenazione. Da notare è la presenza di emoglobina nell'emolinfa di alcune specie di chironomidi che conferisce una caratteristica colorazione rossastra alle larve.

3.1.2 - Caratteristiche, biologia e morfologia

I Chironomidi (Fig. 3.1) sono insetti caratterizzati, nelle forme adulte, da un corpo sottile e da grandi occhi composti, con lunghe zampe, ali

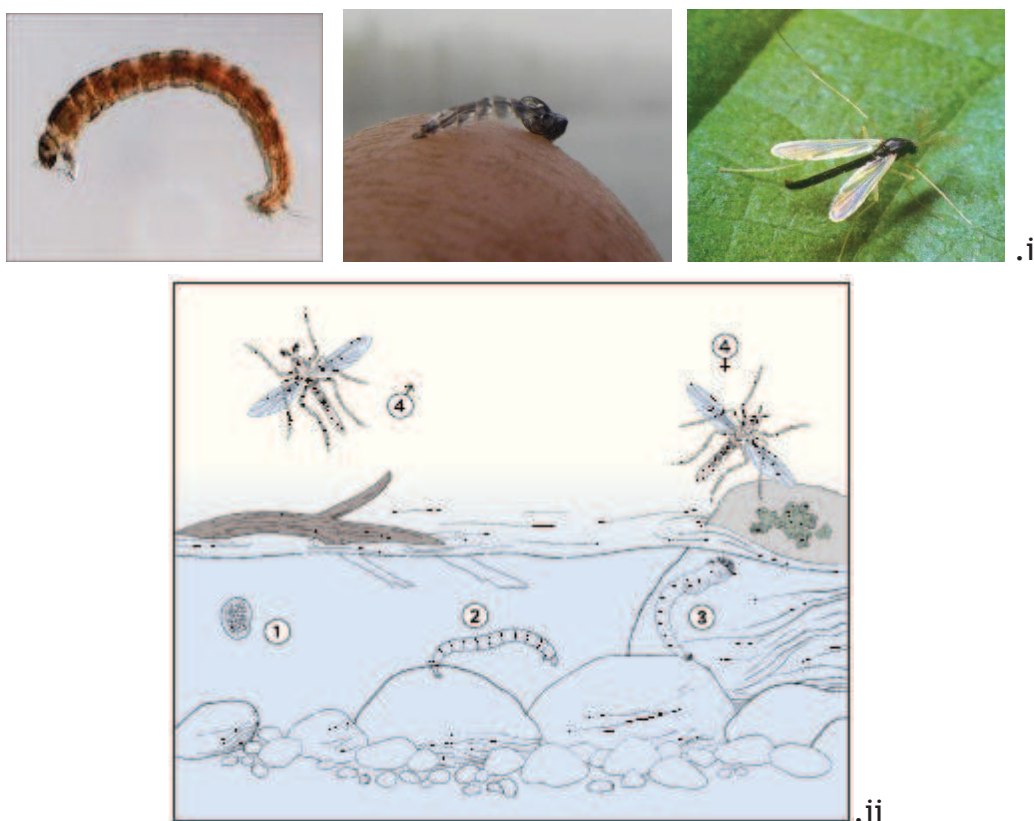
⁶ Gli insetti definiti *ematofagi* sono quelli le cui le femmine necessitano di nutrirsi di sangue per potersi riprodurre.

⁷ La *stenoecia*, in ecologia, è l'insieme delle condizioni di adattamento tipiche di un organismo stenoecio, cioè che possiede una bassa valenza ecologica. Il concetto si contrappone a quello di *euriecia*. Gli organismi stenoeci sono molto sensibili anche a modeste variazioni di un fattore ecologico che, in caso di persistenza della nuova condizione, possono portare all'estinzione della specie in quell'habitat specifico. Si parla di stenoecia sia nei confronti di fattori ecologici abiotici che biotici.

⁸ Le specie *stenotope* sono quelle a ristretta diffusione geografica; cioè quelle che riescono a popolare solamente ambienti molto simili tra loro.

strette e grosse e antenne che nei maschi sono piumate. La maggior parte è caratterizzata da larve viventi in acqua, sia dolce che più o meno salmastra. I Chironomidi colonizzano sia acque pulite con elevati livelli di ossigeno disciolto che acque inquinate che presentano basse concentrazioni di ossigeno (Tabaru, 1975). Il genere *Chironomus*, ad esempio, tende a divenire dominante in acque inquinate da materiale organico (Ferrarese & Rossaro, 1981).

FIGURA 3.1 - Stadi di vita dei Chironomidi (i) e rappresentazione schematica del loro ciclo di sviluppo (ii).



Stoch F.; 2002. *Torrenti montani: La vita nelle acque correnti. Quaderni habitat 5: 57-80.*

Il ciclo vitale (Fig 3.1. ii) di questi insetti ometaboli⁹ si svolge in ambiente acquatico:

- uovo. Le uova vengono deposte dalle femmine adulte, da parecchie centinaia sino a alcune migliaia (Sartori & al., 1998), in una matrice gelatinosa, che permette alle uova stesse di aderire a diversi substrati.

⁹ Gli insetti **olometaboli** sono quelli che, nel proprio sviluppo, compiono una metamorfosi completa: gli adulti saranno morfologicamente diversi rispetto alle larve e alle pupe da cui si sono precedentemente sviluppati.

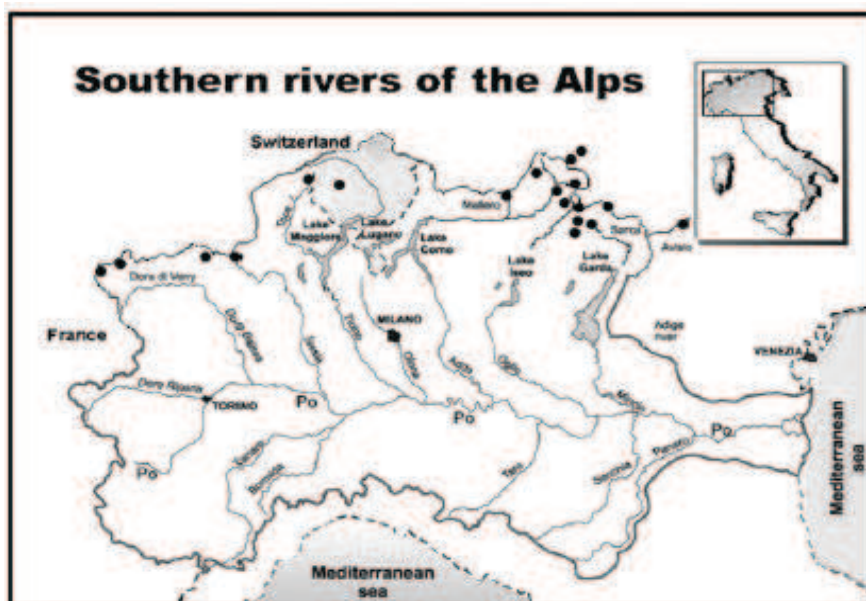
- Le uova vengono disposte in fila o in ammassi circolari-cilindrici. La schiusa dipende dalla temperatura e dalle altre condizioni climatiche;
- larva. Le forme larvali di questi Ditteri hanno un aspetto vermiforme e sono lunghe massimo 25 - 30 mm (Fig. 3.1. i). Raggiunto il fondale, le larve costruiscono un astuccio di fili sericei, inglobante detriti presenti e vi si annidano, sporgendo con il capo, per nutrirsi (Sartori & al., 1998). Il loro corpo è suddiviso in segmenti toracici e addominali, ciascuno provvisto di setole. Gli stadi larvali possono essere 4 o 5 a seconda delle sottofamiglie. Le larve riescono a compiere attività come il nuoto, la muta e lo spostamento verso la superficie grazie all'energia che ricavano alimentandosi di detriti e di diatomee dal fondo. Le larve sono piuttosto sedentarie e si muovono in prevalenza per sfuggire ai predatori o per trovare un'adeguata sistemazione, quando le colonie sono sovrappopolate, o per ricercare ambienti più ricchi di cibo e di ossigeno. Le larve si sviluppano in un *range* di temperatura che va dai 4° ai 40° C, anche se le condizioni più favorevoli si trovano fra i 18° e i 25° C (Boesso, 2011). Particolarmente importante è la qualità dell'acqua: i Chironomidi tollerano un *range* di pH compreso fra 6,0 e 9,0; a pH inferiori al valore di 5,5 molti animali acquatici, larve comprese, mostrano difficoltà (Boesso, 2011). Grazie alla presenza nel proprio corpo di emoglobina possono sopravvivere fino a valori di pH acquatici a partire da 2,8: la particolare efficienza di questo pigmento respiratorio, che normalmente è assente negli insetti, permette loro di sfruttare al meglio il poco ossigeno presente nelle paludi, che solitamente sono un ambiente quasi anossico e pertanto poco ospitale. Le larve hanno una colorazione molto variabile e, ad esempio, quelle color rosso rubino sono le più comuni nelle acque stagnanti;
 - pupa. Le larve, trasformatesi in pupe (Fig. 3.1. i), raggiungono il pelo dell'acqua per la metamorfosi e, durante il periodo d'intenso sfarfallamento, le exuvie si accumulano lungo le rive dei fiumi. La trasformazione in pupa può durare da poche ore a qualche giorno: la pupa matura si gonfia di aria e così trova la spinta utile per risalire verso la superficie;
 - adulto. L'adulto (Fig. 3.1. i) emerge da una fessura dorsale della pupa. Il ciclo biologico dei Chironomidi consiste, nelle zone temperate, in 3 - 4 generazioni l'anno. Le poche specie che compiono due generazioni all'anno hanno un'emergenza in giugno ed in agosto. Dopo l'emergenza, i diversi esemplari di Chironomidi si radunano in sciame a scopo riproduttivo e per favorire l'ovodeposizione. La giusta umidità rappresenta un fattore importante in quanto previene la perdita d'acqua, in particolare subito dopo lo sfarfallamento, quando

l'esoscheletro dell'insetto non è ancora completamente sclerificato. Sciame riproduttivi si verificano soprattutto in presenza di luce crepuscolare. Anche questo comportamento è condizionato dalla temperatura; è possibile osservare sciami in primavera o in autunno, in prossimità di luoghi ombrosi o con cielo coperto. Gli sciami sono formati da maschi e vengono intersecati da femmine pronte all'accoppiamento (Sartori & al., 1998). La femmina, una volta completato l'accoppiamento in volo, va a deporre in ambienti acquatici dove l'ovideposizione si completa nel giro di 20-30 minuti ed ognuna può compiere fino a 2-3 cicli di ovideposizione durante la propria vita.

3.2 - I Chironomidi nell'arco alpino

La biodiversità nella popolazione a Chironomidi (a livello specifico) è particolarmente abbondante nelle acque del piano alpino, in particolare nei flussi alimentati da ghiacciai (Ward, 2002). Gli habitat lotici di alta quota ospitano sia specie euriece, cioè adattate a vivere in differenti tipi di acque correnti (e.g., torrenti glaciali, ruscelli alimentati in primavera), che specie stenoecie esclusive degli ambienti estremamente freddi confinate nei tratti prossimali alla bocca del ghiacciaio. Queste ultime (e.g., *Diamesa steinboeckii*), adattate a tollerare temperature estremamente basse (generalmente al di sotto dei 4 - 6 °C), sono in grado di sopportare l'elevata velocità della corrente e sono sensibili a bassi contenuti di ossigeno (anossia), anche se il rischio di una riduzione di ossigeno è limitato (Thienemann, 1953). Nei torrenti alpini alimentati da ghiacciai (*metakryal*), in cui la temperatura dell'acqua non supera i 2 °C, le specie del genere *Diamesa* sono, solitamente, le uniche presenti. Queste specie stenoecie degli habitat molto freddi dovrebbero essere incapaci di attraversare le barriere geografiche costituite dalle alte montagne e dalle acque di pianura più calde. Indagini più approfondite hanno rivelato che le specie che precedentemente si credeva vivessero in un'area ristretta, attualmente hanno una distribuzione più ampia (Rossaro, 1995). Fino dagli anni '70 le diverse specie di Chironomidi sono state raccolte nei torrenti in alta quota delle Alpi meridionali (Fig. 3.2), concentrandosi specialmente sulle acque dei gruppi Ortles e Adamello.

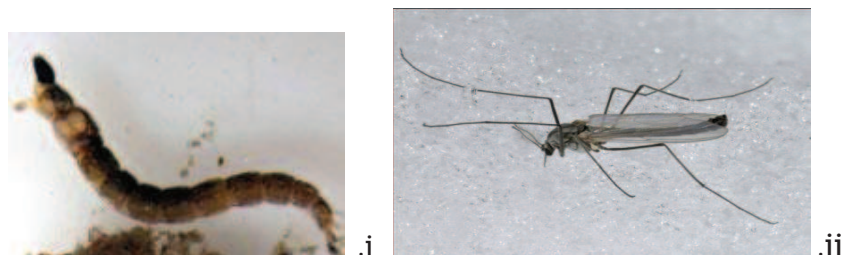
FIGURA 3.2 - L' area di studio: I più importanti fiumi analizzati sulle Alpi Italiane (bacini del Po e dell'Adige) da Rossaro & al., 2006.



Nello specifico, per realizzare questo elaborato, sono stati esaminati due siti fluviali dell'Oglio, uno dei più importanti fiumi dell'arco alpino, in prossimità dell'abitato di Vezza d'Oglio (BS) (1080 m s.l.m). Durante il 2014 sono stati prelevati diversi campioni con frequenza settimanale sempre nei due medesimi siti del bacino del fiume Oglio. I risultati ottenuti con questa operazione di raccolta vanno ad aggiungersi a quelli relativi ai numerosi campionamenti svolti a partire dal 1978 proprio nella zona di Vezza d'Oglio oltre che ad altre aree del gruppo montuoso dell'Adamello e dell'alta Valcamonica. Grazie a tale lavoro di campionamento sono state censite 34 diverse specie di Chironomidi che popolano il tratto di fiume in prossimità dell'abitato di Vezza d'Oglio; in questo modo è stato possibile il confronto con quelle identificate, sempre nella stessa stazione, circa 40 anni fa.

Nei torrenti non glaciali ma alimentati dall'acqua sotterranea (*krenal*), dallo scioglimento della neve (*chial*) e/o dall'acqua piovana (*ombral*) (Lencioni, 2000) troviamo una ricca comunità di invertebrati. Infatti nel caso delle due stazioni esaminate nel fiume Oglio, alimentato in prevalenza dallo scioglimento nevoso, si è notato che la comunità bentonica è co-dominata da Chironomidi (generi *Diamesa* (Fig. 3.3) e *Orthocladius* in particolare), Plecotteri, Efemenotteri e Tricotteri.

FIGURA 3.3 - *Diamesa zernyi*, una delle specie dominanti individuate: i) larva; ii) adulto.



Nonostante i numerosi studi condotti negli anni passati e il fatto che la maggior parte delle specie di chironomidi presenti nel Mondo siano diffuse proprio nella Regione Palearctica¹⁰, le informazioni riguardanti la distribuzione e l'ecologia dei Chironomidi nelle Alpi sono ancora frammentarie. Infatti molti ecosistemi in torrenti di alta quota nelle Alpi meridionali sono ancora inesplorati o poco conosciuti, come quelli nel Gran Paradiso, nelle Dolomiti e nella zona del Cervino. La maggiorparte delle specie osservate in questo studio è tipica dei torrenti di montagna, anche se ce ne sono anche alcune ritrovabili pure nei fiumi di pianura (e.g., *Rheocricotopus fuscipes*, *Micropsectra atrofasciata*). La presenza, o l'assenza, dei diversi taxa è influenzata da vari fattori: l'altitudine, la distanza dalla sorgente e la temperatura dell'acqua. La temperatura dell'acqua è il fattore che maggiormente influenza la distribuzione delle specie (Brittain & Milner, 2001; Castella et al., 2001; Maiolini & Lencioni, 2001). La bassa temperatura è associata ad un'elevata concentrazione di ossigeno. Anche il pH, la conducibilità dell'acqua, la velocità della corrente e la disponibilità di cibo possono essere responsabili della presenza di differenti specie, ma nessuno di questi sembra essere un fattore veramente limitante. Negli ultimi anni si è riscontrata una riduzione dell'abbondanza di Chironomidi in alcuni torrenti glaciali nelle Alpi meridionali (Lencioni & al., 2006); diminuzioni significative sono state osservate soprattutto nei periodi estivi dei primi anni 2000 a causa di un'insolita elevata temperatura dell'aria al di sopra dei 2500 m di quota. Le specie stenoecie degli ambienti rigorosamente freddi, come quelle del gruppo *Diamesa latitarsis-steinboeckii*, confinate alla bocca del ghiacciaio, sono infatti a rischio di estinzione a causa del ritiro dei ghiacciai. Questo fatto è già accaduto sugli Appennini, dove la recente scomparsa di piccoli ghiacciai

¹⁰ La regione palearctica o Palearctico è una delle sette eco-zone che dividono la superficie terrestre. Tra queste è quella più estesa. Il palearctico include l'Europa, l'Asia a nord dell'Himalaya, l'Africa settentrionale e la zona nord e centrale della penisola arabica. Questa denominazione si utilizza in ecologia, botanica, zoologia e biogeografia. Questa regione comprende diversi biomi: la tundra, la taiga, la foresta decidua temperata, gli ecosistemi mediterranei, la prateria temperata e il deserto temperato.

(e.g. “il Calderone” nel gruppo del Gran Sasso in Abruzzo) ha ridotto il gruppo di *Diamesa latitarsis* ad una sola specie, la *Diamesa bertrami* (Lencioni & al., 2006). Condizioni climatiche eccezionali come un’estate estremamente calda o un inverno freddo, modificano le variabili fisiche (e.g., un maggiore trasporto solido, una più corta o più lunga copertura nevosa) promuovendo una maggiore competizione tra le specie. Risulta quindi evidente che le aree glaciali nelle Alpi, e in generale gli habitat di acqua dolce nella regione Mediterranea, sono a serio rischio a causa del cambiamento climatico globale.

3.3 - Altri invertebrati bentonici dei corsi d’ acqua dolce

Nei torrenti e nei fiumi alpini è possibile rinvenire con grande frequenza, come sperimentato nel corso dei campionamenti eseguiti, molti altri taxa di macroinvertebrati bentonici¹¹ diversi dai Chironomidi. Nei torrenti montani prevalgono gli ordini dei Ditteri, degli Efemerotteri, dei Plecotteri e dei Tricotteri (Maiolini & Lencioni, 2002):

- Ditteri della famiglia delle *Blephariceridae* si affidano a potenti strutture di adesione. Le loro piccole larve si trovano ancorate sui massi e le rocce dove l’acqua scorre velocemente. La loro capacità di fronteggiare la forza della corrente è legata alla presenza di ventose ventrali, sistemi estremamente complessi con una robusta muscolatura. Altri Ditteri che ritroviamo spesso in questi habitat appartenengono invece alla famiglia dei *Simulidae* (Fig 3.4). Si fissano al substrato, (e.g., rocce) depositando una sostanza viscosa, prodotta dalle ghiandole salivari, dove riescono ad intercettare e filtrare il flusso di particelle organiche presenti nella corrente;

FIGURA 3.4 - Larva (i) e adulto (ii) di Dittero Simulide (www.provinz.bz.it)



¹¹ Un organismo *bentonico* vive in acqua dolce o salata rimanendo, almeno per una fase della propria vita, a stretto contatto con il fondale oppure fissandosi ad un supporto solido. Quelli di maggiori dimensioni (che superano cioè il millimetro di lunghezza) prendono il nome di “macroinvertebrati”: tra questi, gli insetti rappresentano sicuramente la componente più importante (Maiolini & Lencioni, 2002).

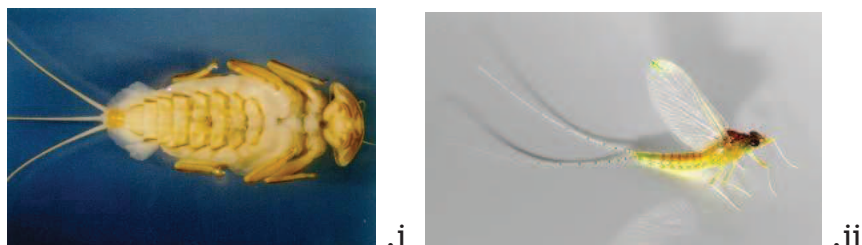
- Tricotteri. Comprendono diverse famiglie. Si adattano facilmente alla vita in acque veloci; le larve di questi organismi possono produrre grandi quantità di una sostanza proteica simile alla seta con cui vengono costruiti astucci di sabbia (Fig. 3.5. i) e frammenti vegetali, che svolgono un'importante funzione di difesa dai predatori ma anche di zavorra ed appesantimento per evitare di essere trascinati verso valle. Alcune famiglie di Tricotteri con questa seta tessono complesse reti tra le rocce e i detriti per raccogliere alcune componenti del trasporto solido del fiume;

FIGURA 3.5 - Larva (i) e adulto (ii) di Tricottero (www.acremar.it)



- Efemerotteri (Fig. 3.6). Le neanidi e le ninfe¹² sono quasi tutte erbivore e a loro volta rappresentano un'importante risorsa alimentare per altri invertebrati acquatici oltre che per i pesci. L'aspetto del corpo, con capo, addome e femori appiattiti, viene reso ancor più idrodinamico dalla forma e dalla disposizione delle branchie addominali, utilizzate come efficace ventosa per aumentare l'aderenza al substrato (Maiolini & Lencioni, 2002). In questo modo le ninfe possono affrontare condizioni di elevata corrente restando nel sottile strato a contatto con il substrato, dove la velocità è sempre molto ridotta;

FIGURA 3.6 - Neanide (i) e adulto (ii) di Efemerottero (www.isisbisuschio.it)



¹² **Neanide e ninfa** sono i due stadi giovanili degli insetti eterometaboli, corrispondenti agli stadi di larva e pupa degli ometaboli. Neanidi e ninfe sono morfologicamente simili agli adulti ma “in miniatura”; infatti sono privi delle ali, che questi insetti acquisiranno solo una volta raggiunto lo stadio adulto.

- Plecotteri (Fig 3.7). Sono particolarmente adattati ad ambienti con acque fredde, molto ben ossigenate e poco inquinate. Per questo motivo e per il diffuso inquinamento dei tratti fluviali di fondovalle, i plecoteri sono quasi sempre confinati in torrenti al di sopra di 600-700 m s.l.m (Maiolini & Lencioni, 2002). Le ninfe dei Plecotteri si differenziano da quelle degli Efemerotteri per la presenza di due soli cerci caudali e per l'assenza di branchie addominali. Le neanidi e le ninfe, pur essendo tipiche di torrenti di montagna, non sono particolarmente adattate a resistere alla corrente e vanno ad occupare i microhabitat caratterizzati da bassa velocità dell'acqua: ammassi di foglie, parti inferiori di sassi e acque calme delle pozze. I plecoteri sono diffusi in tutti i corsi d'acqua montani e possono rappresentare oltre il 50% del popolamento macrobentonico in condizioni particolarmente favorevoli (Maiolini & Lencioni, 2002). Dopo i ditteri, sono il gruppo che colonizza le acque a quote più elevate.

FIGURA 3.7 - Neanide (i) e adulto (ii) di Plecottero (www.valdarnoscuola.net)



.i



.ii

4. MATERIALI E METODI UTILIZZATI

4.1 Inquadramento dei siti di campionamento esaminati

L'attività svolta durante il tirocinio ha previsto l'esecuzione di campionamenti della fauna a chironomidi svolti in due siti selezionati sull'asta del fiume Oglio, rispettivamente a monte (Fig. 4.2) e a valle (Fig. 4.3) dell'abitato di Vezza d'Oglio (1080 m s.l.m.), situato in alta Valcamonica (BS) (Fig. 4.1). La scelta di svolgere i campionamenti a monte e a valle dell'abitato di Vezza d'Oglio è da attribuirsi alla volontà di valutare i cambiamenti nella composizione e struttura della comunità a Chironomidi a seguito dell'ingresso di due affluenti: il Torrente Paghera che discende dall'omonima valle dal lago Aviolo (sulla sinistra orografica del fiume Oglio) e il Torrente Grande che discende dalla Val Grande (sulla destra orografica del fiume Oglio). Il sito di campionamento di valle dista circa 2 km dal sito di monte (Fig 4.4).

FIGURA 4.1 - Localizzazione del Comune di Vezza d'Oglio: provincia di Brescia (i), Valle Camonica (ii), (iii) Vezza d'Oglio rispetto al fiume Oglio.

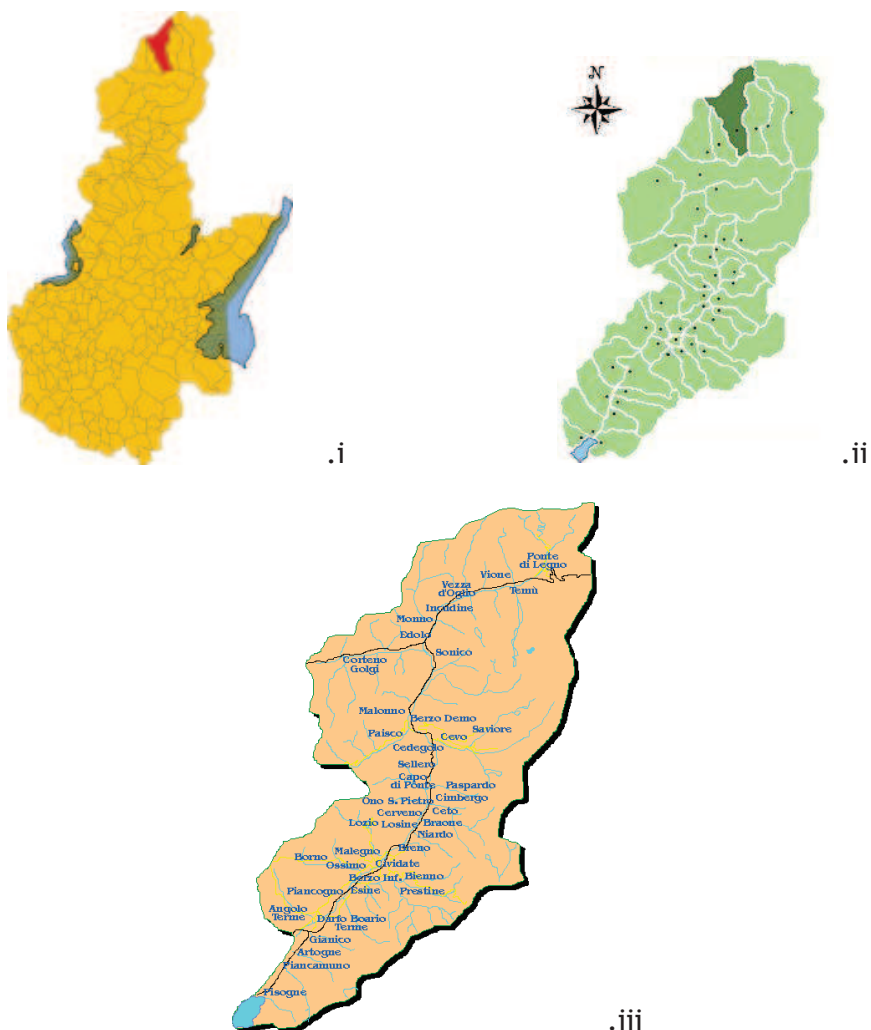


FIGURA 4.2 - Sito di campionamento a monte (Veza d'Oglio - monte; Latitudine N: $46^{\circ}14'13.204''$, Longitudine E: $10^{\circ}24'25,018''$).



FIGURA 4.3 - Sito di campionamento a valle (Veza d'Oglio - valle, frazione Davena; Latitudine N: $46^{\circ}13'56.96''$, Longitudine E: $10^{\circ}23'4.217''$).



FIGURA 4.4 - Localizzazione dei due siti di campionamento.



www.google.it/maps

4.2 Campionamento ed identificazione dei taxa bentonici

Come già citato nel presente elaborato, le principali metodologie di campionamento utilizzate per i corsi d'acqua in Italia sono AQEM e IBE. Nel presente lavoro sono state adottate le procedure previste dalla metodologia di campionamento IBE. Il campionamento IBE viene condotto in una sezione di fiume in un'area corrispondente ad un *riffle*, cioè dove l'acqua scorre con una certa velocità e non si creano punti di ristagno. Il tratto ideale in cui eseguire il campionamento dovrebbe ricoprire un buon numero di microhabitat evitando però la somma di biotipologie diverse. Gli strumenti utilizzati per campionare sono stati il retino immanicato (per censire la componente presente nel sedimento del fondo del fiume) (Fig. 4.5) e il retino da *drift* (Fig. 4.6), entrambi da posizionare contro corrente. Il retino immanicato, per essere utilizzato correttamente, deve essere tirato sul fondo in modo da vagliare quest'ultimo al fine di raccogliere gli stadi larvali. Nel corso dei campionamenti questo retino è stato utilizzato sia come precedentemente

descritto ma anche come retino da drift. Le dimensioni dei retini utilizzati sono:

- dimensione della bocca circolare dei retini da *drift*: $\varnothing = 35$ cm;
- dimensione della bocca del retino immanicato a bocca quadrata: 55cm x 55cm;
- dimensione della maglia della rete in nylon dei retini: 225-300 μm .

In particolare le misure della maglia della rete di nylon sono molto importanti in quanto dimensionate per consentire la cattura di larve e pupe di insetti. Durante ciascuna sessione di campionamento, i retini sono stati lasciati attivi per 3 h, in modo da consentire un adeguato campionamento ed un confronto dei dati raccolti. I campionamenti si sono svolti a cadenza settimanale in due sessioni: la prima nel periodo primaverile, da marzo a maggio 2014, e la seconda in quello tardo-estivo, da agosto a settembre 2014. Il metodo IBE prevede lo smistamento in vivo del campione (Fig. 4.7) e la successiva raccolta degli organismi avvalendosi dell'utilizzo di pinzette morbide, di una bacinella di plastica sufficientemente ampia e barattoli per la raccolta dei campioni. Nel presente lavoro ci si è concentrati esclusivamente sul campionamento dei Ditteri Chironomidi ma il metodo IBE prevede un'indicazione dell'abbondanza relativa dei diversi *taxa* di macroinvertebrati censiti. Contemporaneamente alla raccolta dei campioni biologici sono stati rilevati alcuni parametri chimico-fisici dell'acqua quali temperatura, conducibilità e pH, queste ultime eseguite in laboratorio sui campioni di acqua prelevati. Le principali operazioni svolte in campo sono state: : a) campionamento tramite retino immanicato e retino da drift (come precedentemente descritto); b) smistamento dei campioni raccolti e prelievo, mediante l'utilizzo di pinzette entomologiche, degli esemplari di Chironomidi (larve, pupe adulti) (Fig 4.7); c) conservazione delle larve in etanolo assoluto al fine di permetterne la successiva estrazione del DNA per poter ottenere sequenze nucleotidiche utili nell'identificazione molecolare delle specie; d) conservazione dei restanti campioni di Chironomidi in barattoli contenenti una soluzione acquosa di etanolo al 70%.

In laboratorio i campioni raccolti sono stati identificati a livello specifico, operazione condotta con l'ausilio di microscopio ottico stereoscopico e biologico.

FIGURA 4.5 - *Utilizzo del retino immanicato per vagliare il fondo.*



FIGURA 4.6 - *Posizionamento del retino da drift nel sito a monte.*



FIGURA 4.7 - Operazioni di smistamento in vivo del campione (i, ii).



.i



.ii

Nella tabella 4.1 sono riportati i parametri chimico-fisici dell'acqua del fiume Oglio rilevati nei due siti durante i campionamenti svolti nel 2014. La temperatura dell'acqua è stato l'unico parametro ad essere misurato in campo, grazie all'ausilio di un termometro elettronico; gli altri parametri

sono invece stati stimati in laboratorio all'utilizzo di una sonda multiparametrica. Non per tutti i campioni d'acqua prelevati è stato possibile misurarne la conducibilità.

TABELLA 4.1 - Parametri chimico-fisici misurati nei campionamenti (2014).
Collecting site: (F)=utilizzo del retino da fondo-immancato invece che di quello da drfit; Weather: S=sun; C=cloudy; R=rain; NA= not available (non disponibile).

data	collecting site	water temperature (°C)	pH	conducibilità (µS/cm)	time	weather
21/03/2014	Oglio monte	11,5	NA	NA	12:45	S
	Oglio valle	12,78	NA	NA	13:10	S
31/03/2014	Oglio monte	11,2	7,2	167	10:00	S
	Oglio valle	12,35	7,6	138	10:30	S
04/04/2014	Oglio monte	10,56	7,4	178	09:30	S
	Oglio valle	11,6	7,5	177	09:45	S
11/04/2014	Oglio monte	6,2	7,55	175	09:50	S
	Oglio valle	7,4	7,62	170	10:10	S
23/04/2014	Oglio monte	6,4	7,55	175	09:50	C
	Oglio valle	7,2	7,67	171	10:05	C
06/05/2014	Oglio monte	6,5	NA	NA	10:05	S
	Oglio valle	7,5	NA	NA	10:25	S
18/08/2014	Oglio monte	10	6,2	NA	13:00	C
	Oglio valle	12	6,24	NA	13:15	C
21/08/2014	Oglio monte	8	6,23	NA	10:05	S
	Oglio valle (F)	9	6,28	NA	09:50	S
25/08/2014	Oglio monte	8,5	6,27	NA	10:00	C
	Oglio valle (F)	9,5	6,32	NA	09:45	C
01/09/2014	Oglio monte	8	6,35	NA	10:00	R
	Oglio valle	8,5	6,38	NA	09:45	R
05/09/2014	Oglio monte	7,9	6,13	163	10:10	R
	Oglio valle	8,3	6,18	NA	09:50	R

4.3 Preparazione dei vetrini in laboratorio ed identificazione specifica dei campioni di chironomidi

Per l'identificazione dei campioni a livello specifico è stato indispensabile il lavoro svolto in laboratorio. Il campione è stato processato adottando il protocollo di seguito riportato e successivamente montato su vetrino per l'osservazione. Il materiale raccolto durante ciascun campionamento e conservato in una miscela di etanolo al 70%, è stato lavato

utilizzando un setaccio con una maglia di dimensioni pari a 250 μm . In una prima fase il campione viene esaminato ad occhio nudo e, se necessario, utilizzando una grossa lente di ingrandimento (\varnothing 200 mm o più). Per il conteggio delle specie rare è opportuno esaminare l'intero campione sotto lo stereomicroscopio (Leica MS5) con ingrandimenti variabili tra i 10x e i 30x. Il materiale così identificato, una volta separato dal detrito presente nel campione, viene conservato per eventuali futuri controlli. Gli esemplari vengono conservati in tubi di plastica o vetro di opportune dimensioni in alcool al 75% corredati di un cartellino che indichi stazione e data del prelievo. Per l'identificazione di alcuni taxa è necessario l'allestimento di preparati microscopici che vengono diafanizzati (schiariti) in acido lattico a caldo in stufa, a 50-60 °C, per pochi minuti. Questi preparati vengono successivamente lavati con acqua distillata e montati su vetrino in liquido di Faure. Il liquido di Faure è composto (in %) da:

- idrato di cloralio (28%);
- acqua distillata (42%);
- glicerina (11%);
- gomma arabica (17%);
- timolo (2%).

Ogni vetrino è corredato di etichetta (scritta con stampanti laser o a mano utilizzando la china o la matita per evitare di essere dilavate), indicando località, stazione e data di raccolta. I preparati in Faure si conservano a lungo (anche per anni) ma non sono permanenti.

Per l'identificazione specifica dei campioni è stata necessaria l'analisi dei vetrini ottenuti con l'ausilio di un microscopio ottico e la consultazione sia di letteratura specialistica e sia del confronto con la collezione di riferimento (Collezione Rossaro, DEFENS - Università degli Studi di Milano).

5. RISULTATI

5.1 - Risultati ottenuti

Durante il presente lavoro sono stati condotti 11 campionamenti svolti con cadenza settimanale nei mesi di marzo, aprile, agosto e settembre 2014. Nella tabella 4.1 sono riportati i valori dei parametri chimico-fisici dei campioni di acqua prelevata nei siti esaminati. Nella tabella 5.1, invece, viene fornita la classificazione IFF (Indice di funzionalità fluviale) valida per entrambi i siti del fiume Oglio esaminati, al fine di caratterizzare la condizione ecologica del corso d'acqua. Per i due siti fluviali, nella classificazione IFF, si è ottenuto lo stesso punteggio in quanto l'ambiente circostante ad essi è molto simile.

TABELLA 4.1 - Parametri chimico-fisici misurati nei campionamenti (2014).
Weather: S=sun; C=cloudy; R=rain; NA= not available (non disponibile).

data	collecting site	water temperature (°C)	pH	conducibilità (µS/cm)	time	weather
21/03/2014	Oglio monte	11,5	NA	NA	12:45	S
	Oglio valle	12,78	NA	NA	13:10	S
31/03/2014	Oglio monte	11,2	7,2	167	10:00	S
	Oglio valle	12,35	7,6	138	10:30	S
04/04/2014	Oglio monte	10,56	7,4	178	09:30	S
	Oglio valle	11,6	7,5	177	09:45	S
11/04/2014	Oglio monte	6,2	7,55	175	09:50	S
	Oglio valle	7,4	7,62	170	10:10	S
23/04/2014	Oglio monte	6,4	7,55	175	09:50	C
	Oglio valle	7,2	7,67	171	10:05	C
06/05/2014	Oglio monte	6,5	NA	NA	10:05	S
	Oglio valle	7,5	NA	NA	10:25	S
18/08/2014	Oglio monte	10	6,2	NA	13:00	C
	Oglio valle	12	6,24	NA	13:15	C
21/08/2014	Oglio monte	8	6,23	NA	10:05	S
	Oglio valle (F)	9	6,28	NA	09:50	S
25/08/2014	Oglio monte	8,5	6,27	NA	10:00	C
	Oglio valle (F)	9,5	6,32	NA	09:45	C
01/09/2014	Oglio monte	8	6,35	NA	10:00	R
	Oglio valle	8,5	6,38	NA	09:45	R
05/09/2014	Oglio monte	7,9	6,13	163	10:10	R
	Oglio valle	8,3	6,18	NA	09:50	R

TABELLA 5.1 - Classificazione IFF dei due tratti del fiume Oglio analizzati in corrispondenza dei due siti di campionamento.

N°	Titolo	Punt.	Risposta
1.	Area dove scorre il fiume	2	terreni coltivati, prati
2 a.	Vegetazione sulla riva sinistra	3	arbusti, pochi alberi
2 b.	Vegetazione sulla riva destra	3	arbusti, pochi alberi
3.	Fondo del fiume	2	prevalenza di ciottoli e ghiaia
4.	Opere dell'uomo	2	interventi almeno su una sponda o in alveo
5.	Profondità dell'acqua	3	varia per ampi tratti
6.	Corso del fiume	3	prevalentemente dritto
7.	Pietre	2	presentano patina scivolosa
TOTALE		20	GIUDIZIO: SUFFICIENTE

I campionamenti svolti hanno portato alla raccolta di 397 esemplari (in prevalenza larve e pupe), di cui 171 raccolti nel periodo primaverile e 226 nel periodo tardo-estivo. A seguito di identificazione morfologica gli esemplari censiti sono risultati appartenere a 34 specie, 21 generi (Tab. 5.2).

TABELLA 5.2 - Generi di Chironomidi censiti durante il presente studio.

Generi	Determinatore
<i>Boreoheptagyia</i>	Brundin, 1966
<i>Brillia</i>	Kieffer, 1913
<i>Cardioclasius</i>	Kieffer, 1912
<i>Cricotopus</i>	Van der Wulp, 1874
<i>Corynoneura</i>	Winnertz, 1846
<i>Diamesa</i>	Meigen, 1835
<i>Eukiefferiella</i>	Thienemann, 1926
<i>Krenosmitta</i>	Thienemann & Kruger, 1939
<i>Micropsectra</i>	Kieffer, 1909
<i>Metriocnemus</i>	Van der Wulp, 1874

<i>Nilotanypus</i>	Kieffer, 1923
<i>Orthocladius</i>	Thienemann, 1935
<i>Paracricotopus</i>	Thienemann & Harnisch, 1932
<i>Parametriocnemus</i>	Goetghebuer, 1932
<i>Paratrichocladius</i>	Santos-Abreu, 1918
<i>Prodiamesa</i>	Kieffer, 1906
<i>Pseudodiamesa</i>	Goetghebuer, 1939
<i>Rheocricotopus</i>	Thienemann & Harnisch, 1932
<i>Symposiocladius</i>	Cranston, 1982
<i>Tvetenia</i>	Kieffer, 1922
<i>Zavrelymia</i>	Fittkau, 1962

Le diverse specie, appartenenti a questi 21 generi, sono state censite esclusivamente nel sito di valle (o in quello di monte) oppure in entrambi i siti. Tra le 34 specie complessivamente censite si nota che 12 le ritroviamo esclusivamente nel sito di valle (*D. goetghebueri*, *D. modesta*, *P. branickii*, *P. olivacea*, *E. tirolensis*, *E. devonica*, *O. ashei*, *O. rivulorum*, *C. annullator*, *M. radialis*, *B. legeri* e *C. coronata*) mentre dieci sono esclusive del sito di monte (*E. fuldensis*, *E. brevicar*, *O. thienemanni*, *P. niger*, *C. bicintus*, *M. hygropetricus*, *S. lignicola*, *P. stylatus*, *B. longifurca*, *K. boreoalpina*). Questa differenza sembrerebbe confermare l'ipotesi per cui, a causa del trasporto attivo ad opera dei due affluenti laterali (Torrente Grande e Torrente Paghera) che si immettono nel fiume Oglio proprio tra i due siti, ci sia la possibilità di rinvenire una maggiore varietà di specie nel sito di valle rispetto a quello di monte. Alcune delle specie censite sono presenti esclusivamente nell'Italia settentrionale, altre invece presentano una più ampia distribuzione comprendente anche l'Italia centro-meridionale, la Sardegna e/o la Sicilia (Tab. 5.3).

TABELLA 5.3 - Elenco delle specie (con relativi determinatori) e corrispondenti abbondanze censite nei due siti. Viene riportata anche la loro distribuzione in Italia: N=Italia settentrionale; S=Italia centro-meridionale; Sa=Sardegna; Si=Sicilia.

Specie (determinatore)	N° esemplari	Sito di raccolta	Distribuzione italiana
<i>Brillia longifurca</i> (Kieffer, 1921)	2	monte	N, S
<i>Boreoheptagyia legeri</i> (Goetghebeuer, 1933)	1	valle	N
<i>Cardiocladius fuscus</i> (Kieffer, 1924)	4	valle/monte	N, S, Sa
<i>Corynoneura coronata</i> (Edwards, 1924)	1	valle	N, S
<i>Cricotopus annullator</i> (Goetghebeuer, 1927)	1	valle	N, S
<i>C. bicintus</i> (Meigen, 1818)	1	monte	N
<i>D. goetghebeuri</i> (pagast, 1947)	1	valle	N

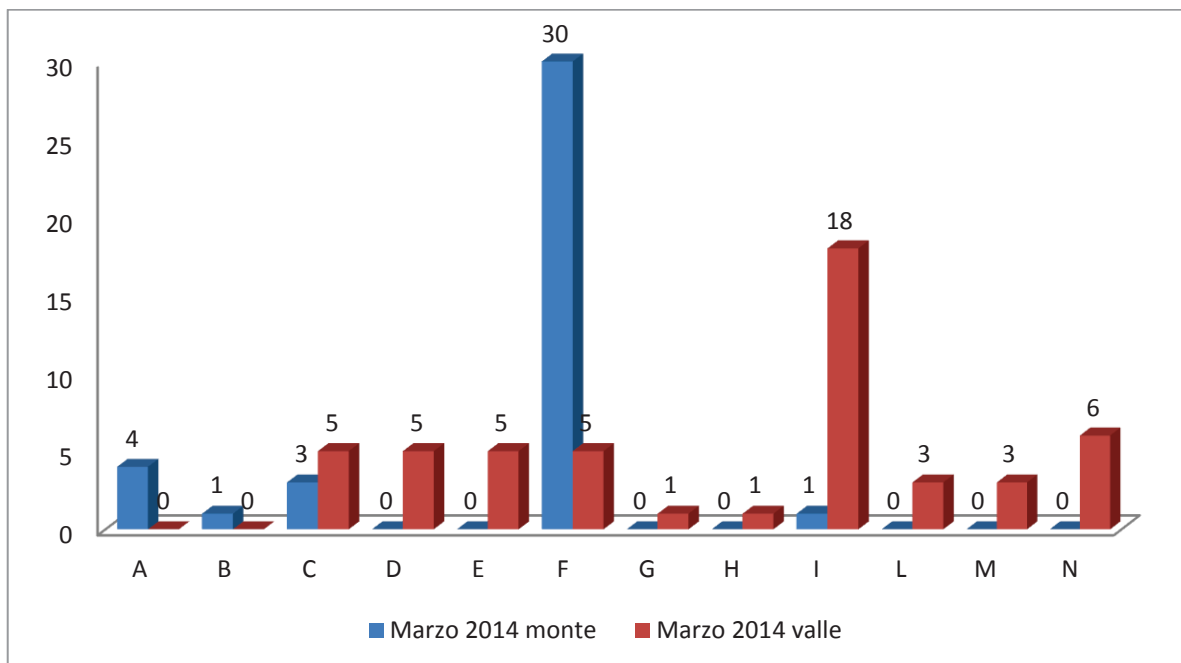
<i>D. zernyi</i> (Edwards, 1933)	29	monte/valle	N, S
<i>D. modesta</i> (Serra-Tosio, 1964)	17	valle	N
<i>Eukiefferiella fuldensis</i> (Lehmann, 1972)	18	monte/valle	N, S
<i>E. brevicar</i> (Kieffer, 1911)	1	monte	N, S, Sa
<i>E. tirolensis</i> (Goetghebeuer, 1935)	1	valle	N
<i>E. minor</i> (Edwards, 1929)	4	monte/valle	N, S
<i>E. devonica</i> (Edwards, 1929)	1	valle	N, S
<i>Krenosmitta borealpina</i> (Goetghebeuer, 1944)	3	monte	N
<i>Metriocnemus hygropetricus</i> (Kieffer, 1912)	1	monte	N, S
<i>Micropsectra radialis</i> (Goetghebeuer, 1939)	1	valle	N
<i>Nilotanypus dubius</i> (Meigen, 1804)	2	monte/valle	N, Si
<i>Orthocladius frigidus</i> (Zetterstedt, 1838)	17	monte/valle	N, S
<i>O. rivicola</i> (Kieffer, 1921)	154	monte/valle	N, S
<i>O. rivulorum</i> (Kieffer, 1909)	6	valle	N, S
<i>O. ashei</i> (Soponis, 1990)	1	valle	N
<i>O. thienemanni</i> (Kieffer, 1906)	50	monte	N, S
<i>Paracricotopus niger</i> (Kieffer, 1913)	2	monte	N
<i>Parametriocnemus stylatus</i> (Kieffer, 1924)	4	monte	N, S
<i>Paratrichocladius skirwithensis</i> (Edwards, 1929)	36	monte/valle	N, S
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818)	1	valle	N, S
<i>Pseudodiamesa branickii</i> (Nowicki, 1837)	7	valle	N, S
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> (Kieffer, 1909)	2	monte/valle	N, S, Si, Sa
<i>Symposiocladius lignicola</i> (Kieffer, 1915)	1	monte	N, S, Sa
<i>Tvetenia verralli</i> (Edwards, 1929)	9	monte/valle	N, S, Sa
<i>T. calvescens</i> (Edwards, 1929)	1	monte	N, S, Sa
<i>Zavrelimyia melanura</i> (Meigen, 1804)	2	monte/valle	N, S

Checklist: Copyright © 2000 by the Italian Ministry of Environment. Website: Copyright © 2003 by Fabio Stoch. All Rights Reserved. Checklist of the Italian fauna on-line.

Nell'allegato 1 viene riportato il dettaglio degli esemplari raccolti durante i campionamenti svolti.

Riportando in istogramma le specie raccolte e le loro abbondanze nei mesi dei due diversi periodi (primavera e tarda estate) si può notare come la composizione della cenosi a Chironomidi sia diversa nei due siti in funzione del periodo di raccolta (Fig. 5.1; 5.2; 5.3 e 5.4). In ascissa sono riportate le diverse specie di Chironomidi con le relative abbondanze in ordinata. Dall'analisi dei dati raccolti è emerso che le specie più ricorrenti ed abbondanti nei due siti esaminati sono: *P. skirwithensis*, *D. zernyi*, *D. modesta*, *D. tonsa*, *O. rivicola*, *O. thienemanni* (Fig. 5.1; 5.2; 5.3 e 5.4).

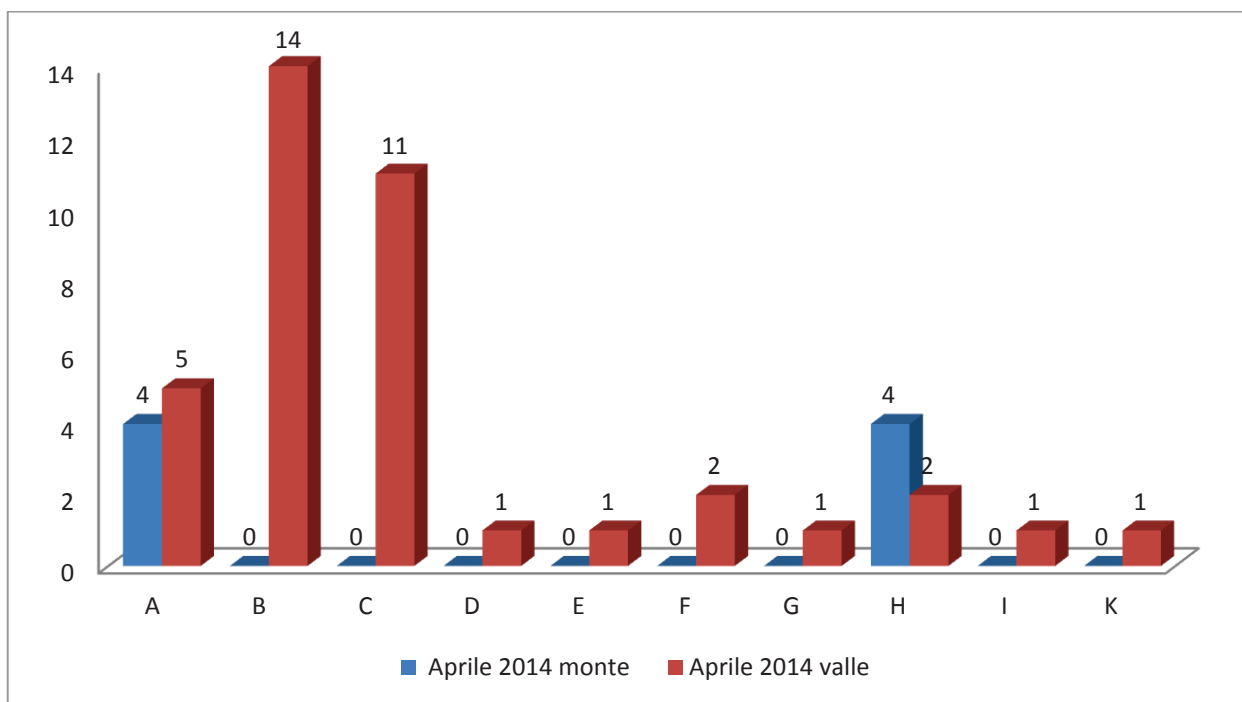
FIGURA 5.1 - Specie e relative abbondanze censite durante il mese di marzo 2014: A= *E. fuldensis*; B= *E. brevicar*; C= *O. frigidus*; D= *O. rivicola*; E= *O. rivulorum*; F= *P. skirwithensis*; G= *C. fuscus*; H= *D. goetghebeuri*; I= *D. zernyi*; L= *D. modesta*; M= *D. tonsa*; N= *P. branickii*.



Nel dettaglio (Fig. 5.1) si nota come durante il mese di marzo, in cui sono state eseguite solo due raccolte, sono stati censiti 91 esemplari appartenenti a 12 specie; nel sito a monte è dominante la presenza di *P. skirwithensis* (30 esemplari) mentre in quello di valle quella di *D. zernyi* (18). Specie unicamente presenti nel sito di monte sono *E. fuldensis* ed *E. brevicar*, mentre in quello di valle *O. rivicola*, *O. rivulorum*, *C. fuscus*, *D. goetghebeuri*, *D. modesta*, *D. tonsa* e *P. branickii*.

Dall'analisi dell'istogramma riportato in figura 5.2, invece, si può notare come durante il mese di aprile 2014 (eseguiti quattro campionamenti) sono stati censiti 47 esemplari appartenenti a dieci differenti specie. Nel sito a monte le uniche specie presenti sono *D. zernyi* (quattro esemplari) e *O. frigidus* (quattro). Nel sito di valle prevalgono *D. modesta* (14) e *D. tonsa* (11). Specie esclusive del sito di valle sono risultate: *D. modesta*, *D. tonsa*, *P. branickii*, *E. tirolensis*, *E. minor*, *O. rivulorum*, *O. ashei* e *O. rivicola*.

FIGURA 5.2 - Specie e relative abbondanze censite durante il mese di aprile 2014: A=*D. zernyi*; B=*D. modesta*; C=*D. tonsa*; D=*P. branickii*; E=*E. tirolensis*; F=*E. minor*; G=*O. rivulorum*; H=*O. frigidus*; I=*O. ashei*; K=*O. rivicola*.



Confrontando le specie censite nel mese di marzo con quelle di aprile 2014 si può osservare come nel sito di monte ritroviamo in entrambi i mesi le specie *D. zernyi* (un esemplare a marzo e quattro ad aprile) e *O. frigidus* (tre a marzo e quattro ad aprile), mentre a valle notiamo la presenza, sempre in entrambi i mesi, di *D. zernyi* (18 a marzo e cinque ad aprile), *D. tonsa* (tre a marzo e 11 ad aprile), *D. modesta* (tre a marzo e 14 ad aprile), *P. branickii* (sei a marzo e 1 ad aprile), *O. frigidus* (cinque a marzo e due ad aprile), *O. rivicola* (cinque a marzo e uno ad aprile), *O. rivulorum* (cinque a marzo e uno ad aprile). Le specie del mese di marzo 2014 che invece non ritroviamo più in aprile sono *P. skirwithensis*, *C. fuscus*, *D. goetghebeuri*, *E. fuldensis* e *E. brevicar*, mentre sono esclusive del mese di aprile le specie *E. tirolensis*, *E. minor* e *O. ashei*.

Il mese di agosto 2014 è stato caratterizzato da tre campionamenti con la raccolta di 61 esemplari (sette specie differenti). In figura 5.3 spicca la presenza di due sole specie abbondanti nella stazione di monte cioè *O. thienemanni* (dieci esemplari) e *O. rivicola* (43) mentre le specie rinvenute nel sito di valle risultano piuttosto scarse con solamente due esemplari di *O. rivicola* e uno di *Z. melanura*. Questa scarsità, molto probabilmente, è attribuibile al furto di uno dei retini da drift utilizzati, avvenuto durante il secondo campionamento svolto nel mese di agosto. Tutte le specie rinvenute nel sito di valle sono presenti anche a monte.

FIGURA 5.3 - Specie e relative abbondanze censite durante il mese di agosto 2014: A=*O. thienemanni*; B=*O. rivicola*; C=*E. minor*; D=*P. niger*; E=*C. bicintus*; F=*M. hygropetricus*; G=*Z. melanura*.

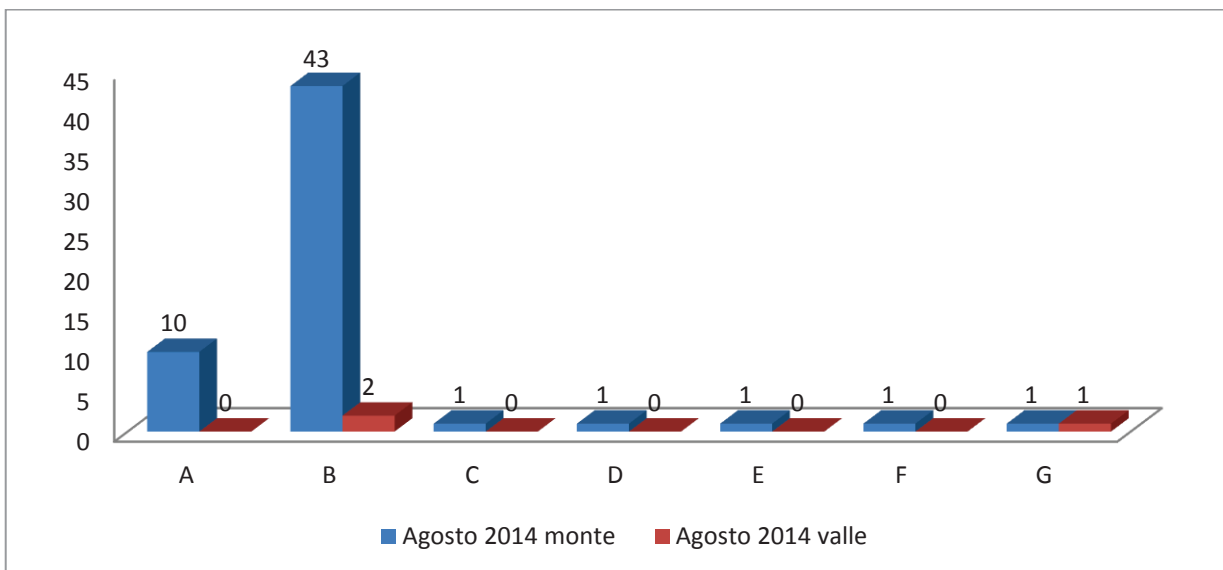
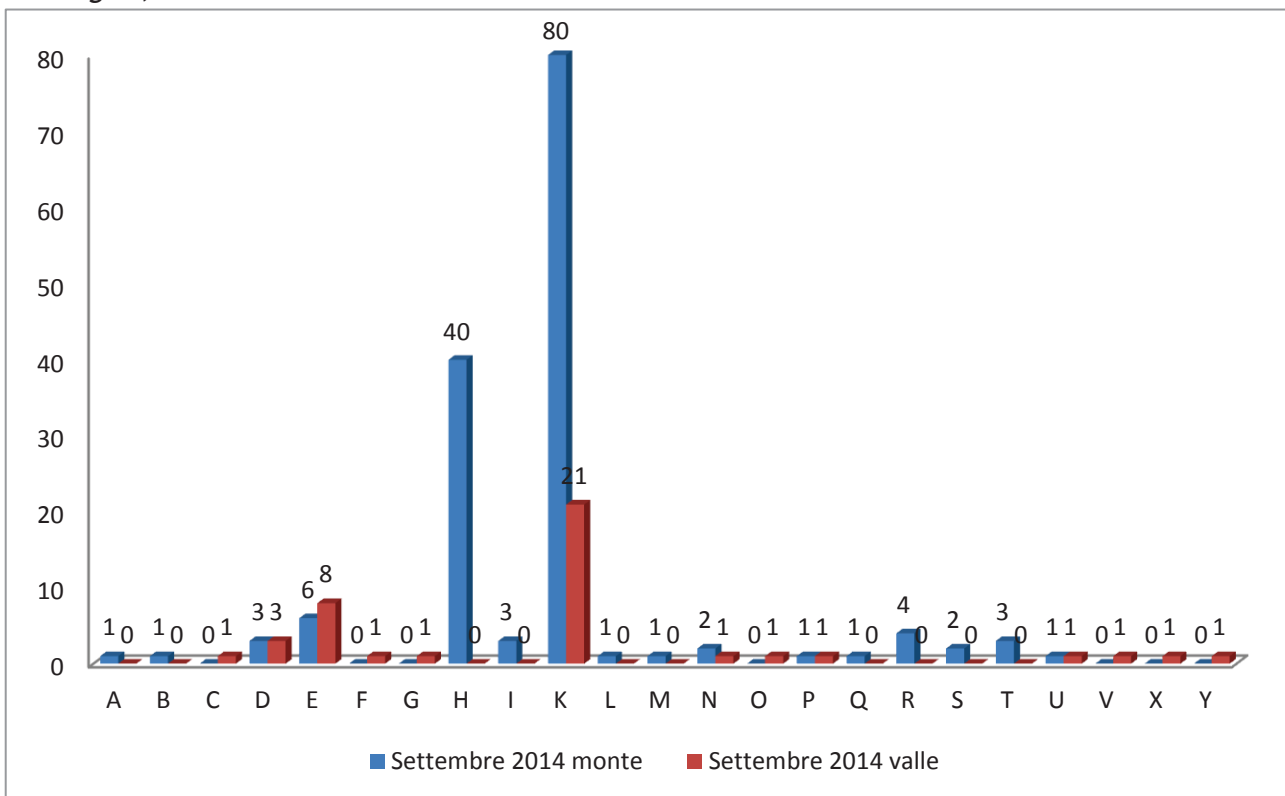


FIGURA 5.4 - Specie e relative abbondanze censite durante il mese di settembre 2014: A= *D. tonsa*; B=*D. zernyi*; C=*P. olivacea*; D=*T. verralli*; E=*E. fuldensis*; F=*E. devonica*; G=*E. minor*; H=*O. thienemanni*; I=*O. frigidus*; K=*O. rivicola*; L=*P. skirwithensis*; M=*S. lignicola*; N=*C. fuscus*; O=*C. annulator*; P=*R. fuscipes*; Q=*P. niger*; R=*P. stylatus*; S=*B. longifurca*; T=*K. Boreoalpina*; U=*N. dubius*; V=*M. radialis*; X=*B. legeri*; Y=*C. coronata*.



Se si confronta l'istogramma riportato in figura 5.4, in cui vengono riportati i 192 esemplari (23 specie) raccolti nel corso dei due campionamenti del mese di settembre, con gli istogrammi dei campionamenti di marzo, aprile e agosto (Fig. 5.1; 5.2 e 5.3), si può notare come durante il mese di Settembre siano presenti un maggior numero di specie (23 contro le rispettive 12, dieci e sette degli altri tre mesi). Durante il mese di settembre le specie dominanti nel sito di monte sono *O. thienemanni* (40 esemplari) e *O. rivicola* (80) mentre a valle spicca la presenza di *E. fuldensis* oltre a *O. rivicola*. Le specie esclusive del sito di monte sono: *D. tonsa*, *D. zernyi*, *O. frigidus*, *P. skirwithensis*, *Symposiocladius lignicola*, *P. niger*, *P. stylatus*, *B. longifurca*, *K. boreoalpina*; mentre quelle nel sito di valle sono: *P. olivacea*, *E. devonica*, *E. minor*, *C. annullator*, *M. radialis*, *B. legeri*, *C. coronata*. Tale risultato suggerisce come il mese di settembre sia quello in cui la biodiversità a chironomidi è più elevata.

Confrontando le specie censite nel mese di agosto con quelle di settembre 2014 si può osservare che nel sito di monte ritroviamo in entrambi i mesi le specie *O. thienemanni* (dieci esemplari ad agosto e 40 a settembre), *O. rivicola* (43 esemplari ad agosto e 80 a settembre), *P. niger* (un esemplare ad agosto e uno a settembre), mentre a valle notiamo la presenza, sempre in entrambi i mesi, di *O. rivicola* (due ad agosto e 21 a settembre). Le specie del mese di agosto 2014 che non ritroviamo più in settembre 2014 sono *Z. melanura*, *C. bicintus* e *M. hygropetricus*, mentre sono esclusive del mese di settembre le specie *P. olivacea*, *T. verralli*, *E. devonica*, *C. fuscus*, *C. annullator*, *R. fuscipes*, *N. dubius*, *M. radialis*, *B. legeri*, *C. coronata*, *D. tonsa*, *E. fuldensis*, *O. frigidus*, *P. skirwithensis*, *S. lignicola*, *P. stylatus*, *B. longifurca*, *B. boreoalpina* e *N. dubius*.

5.2 - Ecologia dei principali generi censiti

- *Diamesa*. Le principali specie ritrovate per questo genere sono state: *D. zernyi*, *D. tonsa*, *D. modesta*. Le larve di *Diamesa* generalmente vivono in ambienti freddi, popolando acque lotiche e sorgenti. Questo genere domina le zone torrentizie più a monte, dove la temperatura dell'acqua in estate non supera i 3-4 °C. In particolare le specie *D. latitarsis* e *D. steinboeckii* riescono a tollerare temperature molto basse (al di sotto di 4-6 °C) e si trovano solamente nelle acque più fredde in corrispondenza della bocca dei ghiacciai, mentre altre specie (e.g., *D. dampfi*) si trovano nelle sorgenti fredde (Rossaro, 2006). Le larve di *Diamesa* mostrano gli adattamenti più svariati alla corrente veloce e al substrato instabile, tra cui: a) lo sviluppo di lunghe e robuste estroflessioni simili a unghie per aggrapparsi al fondo; b) l'allungamento degli pseudopodi posteriori per aumentare la base di appoggio al substrato e quindi la stabilità della larva; c) la costruzione di astucci di sabbia cementati con la saliva per proteggersi dalla corrente (Maiolini & Lencioni, 2002). Inoltre molte di queste larve si stabiliscono preferibilmente nelle piccole depressioni che si trovano sulla superficie dei ciottoli per evitare di essere danneggiate in caso di rotolamento in alveo dei ciottoli stessi. Sono conosciute oltre 100 specie, in particolare nell'emisfero boreale (alcune anche in India, Nepal, Tibet e Afghanistan) e altre endemiche dei massicci montuosi africani.

FIGURA 5.5 - Larva di *D. zernyi* (www2.muse.it)



- *Pseudodiamesa*. L'unica specie ritrovata per questo genere è stata *P. branickii*. Le larve di *Pseudodiamesa* popolano le acque delle sorgenti, dei torrenti e dei laghi, incluse le profondità dei laghi oligotrofici (come i laghi alpini, poveri di sostanze organiche disciolte). Nei torrenti non glaciali si trova spesso la *P. branickii*, particolarmente abbondante tra i muschi e le alghe (Maiolini & Lencioni, 2002). Il genere

Pseudodiamesa è diffuso in tutto l'emisfero boreale e nella regione Orientale.

FIGURA 5.6 - Larva di *P. branickii* (www.ace-sap.it)



- *Tvetenia*. La specie più abbondante ritrovata per questo genere è stata *T. verralli*. Le larve di *Tvetenia* si distinguono da quelle simili di *Eukiefferiella* per le più lunghe setole presenti sul proprio corpo e per un pro-cercio ben sviluppato. Le larve di *Tvetenia* popolano tutte le acque correnti dell'emisfero boreale, l'ecozone Afrotropicale e le regioni Orientali.
- *Eukiefferiella*. La specie più abbondante ritrovata per questo genere è stata *E. fuldensis*. Le larve di *Eukiefferiella* sono esclusive di tutte le tipologie di ambienti lotici. Sono in grado di tollerare variazioni di temperatura anche piuttosto forti, anche se alcune specie prediligono le acque fredde di alta montagna. Questo genere è presente in tutte le regioni bio-geografiche ad eccezione di quella Antartica.

FIGURA 5.7 - Larva di *E. fuldensis* (www.boldsystem.org)



- *Orthocladus*. Le specie appartenenti a questo genere censite durante la presente indagine sono: *O. rivicola*, *O. thienemanni*, *O. frigidus*. Le

larve del genere *Orthocladius* si trovano in tutti gli habitat acquatici dell'emisfero boreale. Generalmente le larve sono abbondanti nelle acque correnti ma anche nei corsi d'acqua temporanei e probabilmente pure nel terreno umido, così come alcune specie che prediligono acque lentiche come laghi e stagni. Verso valle, il genere *Orthocladius* tende a divenire quello meglio rappresentato sia come numero di individui che di specie (Maiolini & Lencioni, 2002).

- *Paratrichocladius*. La specie più abbondante ritrovata per questo genere è stata *P. skirwithensis*; spesso ci sono difficoltà nel riuscire ad identificare le larve di questo genere da quelle del genere *Cricotopus*, specialmente se sono presenti setole piumate. Le larve di *Paratrichocladius* abitano tutti i tipi di acque, ma prediligono acque correnti fredde. Le larve di alcune specie del genere *Paratrichocladius* tollerano un'elevata salinità e alti carichi organici. Questo genere è diffuso in tutto il mondo, ad eccezione dell'ecozona Antartica.

FIGURA 5.8 - Pupa di *P.skirwithensis* (www.boldsystem.org)



5.3 - Confronto dei dati ottenuti con il record storico

Le specie rinvenute nel 2014 sono state oggetto di confronto con i dati raccolti durante i campionamenti svolti dal 1978 fino agli anni 2000 nei mesi di Marzo, Aprile, Agosto e Settembre (Rossaro B., 2006). Il confronto dei dati ottenuti durante il presente lavoro con i dati storici del biennio 1978-1979 risulta maggiormente informativo ed accurato in quanto i dati per questo periodo sono abbondanti. Nelle tabelle 5.4 e 5.5 vengono presentate le specie censite nei siti di monte e di valle durante i campionamenti svolti rispettivamente nel 1978 (27 campionamenti) e nel 1979 (20 campionamenti).

TABELLA 5.4 - Elenco delle specie raccolte nel 1978 nel sito di monte/valle e relativo numero di esemplari per ciascuna. Numero totale di esemplari censiti: 675.

Specie	N° esemplari	Sito di raccolta
<i>Brillia bifida</i>	5	valle
<i>B. longifurca</i>	1	valle
<i>Cardioclasius fuscus</i>	6	valle
<i>Chaetocladius suecius</i>	5	valle
<i>Corynoneura arctica</i>	7	valle
<i>Cricotopus tremulus</i>	7	valle
<i>C. curtus</i>	3	valle
<i>C. tibialis</i>	6	valle
<i>Diamesa tonsa</i>	40	valle
<i>D. vaillanti</i>	5	valle
<i>D. cinerella</i>	5	valle
<i>D. zernyi</i>	28	valle
<i>D. bertrami</i>	38	valle
<i>Eukiefferiella minor</i>	45	valle
<i>E. tirolensis</i>	3	valle
<i>E. brevicar</i>	50	monte/valle
<i>E. claripennis</i>	2	valle
<i>E. lobifera</i>	2	valle
<i>E. cyanea</i>	2	valle
<i>E. coerulescens</i>	4	valle
<i>E. fuldensis</i>	6	valle
<i>Heleniella serratosi</i>	9	monte
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	2	monte/valle
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	16	valle
<i>Orthocladius rivicola</i>	88	valle
<i>O. frigidus</i>	48	valle
<i>O. fuscimanus</i>	9	valle
<i>O. olivaceus</i>	2	monte/valle
<i>Paratendipens albimanus</i>	7	valle
<i>Paratrichocladius skirwitensis</i>	93	monte/valle
<i>P. nivalis</i>	17	monte/valle
<i>P. nudipennis</i>	3	valle
<i>Pseudodiamesa branickii</i>	46	valle
<i>P. olivacea</i>	1	valle
<i>Rheocricotopus effusus</i>	9	monte/valle
<i>Rheotanytarsus photophilus</i>	2	valle
<i>Stilocladius montanus</i>	4	monte
<i>Tvetenia calvescens</i>	43	valle
<i>T. bavarica</i>	7	valle

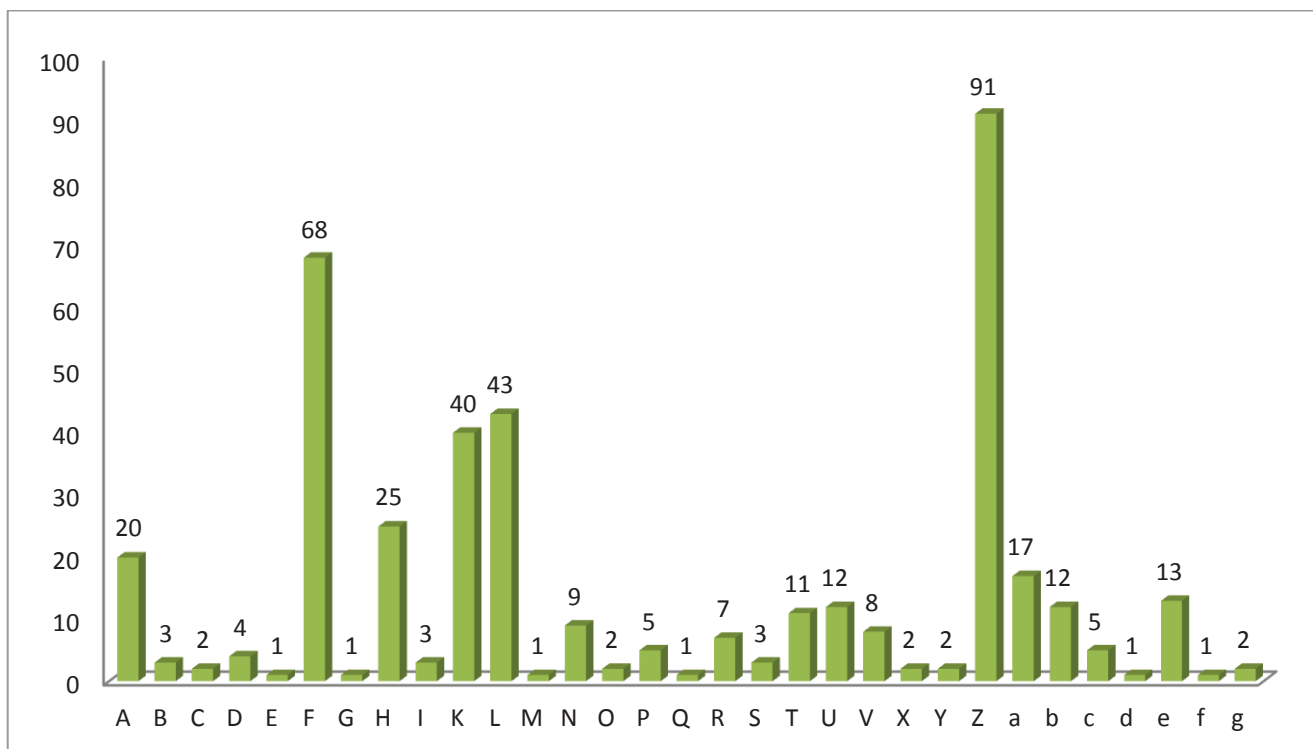
TABELLA 5.5 - Elenco delle specie raccolte nel 1979 nel sito di monte/valle e relativo numero di esemplari per ciascuna. Numero totale di esemplari censiti: 133.

Specie	N° esemplari	Sito di raccolta
<i>Brillia bifida</i>	9	valle
<i>Cricotopus tremulus</i>	4	valle
<i>Diamesa tonsa</i>	56	valle
<i>D. vaillanti</i>	2	valle
<i>D. zernyi</i>	4	valle
<i>Eukiefferiella ikleyensis</i>	2	valle
<i>Heleniella serratosoi</i>	1	monte
<i>Macropelopia nebulosa</i>	2	valle
<i>Nanocladius spiniplenus</i>	2	valle
<i>Orthocladius rivicola</i>	5	valle
<i>O. frigidus</i>	4	valle
<i>O. saxosus</i>	1	valle
<i>O. rubicundus</i>	2	valle
<i>O. fuscimmanus</i>	5	valle
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	4	valle
<i>Paratrichocladius nigrinus</i>	2	valle
<i>Prodiamesa olivacea</i>	1	valle
<i>Pseudodiamesa branickii</i>	20	valle
<i>Psectrocladius oxyura</i>	1	valle
<i>Rheocricotopus effusus</i>	1	valle
<i>Stilocladius montanus</i>	1	monte
<i>Tvetenia bavarica</i>	4	valle

Dall'analisi della tabella 5.4 emerge che le specie più abbondanti nel 1978 sono *P. skirwithensis* (93 esemplari) e *O. rivicola* (88).

Dalla tabella 5.5, invece, notiamo che nel 1979 le specie più abbondanti risultano essere *D. tonsa* (56) e *P. branickii* (20). *D. tonsa* è piuttosto abbondante anche nei campionamenti svolti nel 2014 (16 esemplari). Nella primavera (marzo-aprile) del '78-'79 le specie censite nel sito di monte sono state soltanto cinque: *E. brevicar* (un esemplare), *P. skirwithensis* (due), *P. nivalis* (due), *S. montanus* (quattro) e *H. serratosioi* (tre). Confrontando i dati della primavera '78-'79 con quelli della primavera 2014 (Fig. 5.1; 5.2) notiamo che le specie presenti solo nella primavera 2014 ma non censite in quella del '78-'79 sono tre: *E. fuldensis*, *O. frigidus* e *D. zernyi*. In figura 5.9 sono riportati i dati relativi agli esemplari campionati nella primavera '78-'79 nel sito di valle.

FIGURA 5.9 - Specie (e relative abbondanze) della primavera (marzo-aprile) 1978-1979 riportate nei dati storici (sito di valle): A=*D. tonsa*; B=*D. vaillanti*; C=*D. cinerella*; D=*D. zernyi*; E=*D. bertrami*; F=*P. branickii*; G=*P. olivacea*; H=*E. minor*; I=*E. tirolensis*; K=*E. brevicar*; L=*T. calvescens*; M=*T. bavarica*; N=*Rheocricotopus effusus*; O=*C. tremulus*; P=*B. bifida*; Q=*B. longifurca*; R=*Corynoneura arctica*; S=*Cardiocladius curtus*; T=*O. rivicola*; U=*O. frigidus*; V=*O. fuscimanus*; X=*O. olivaceus*; Y=*O. rubicundus*; Z=*P. skirwithensis*; a=*P. nivalis*; b=*P. albimanus*; c=*Chaetocladius suecius*; d=*Micropsectra nebulosa*; e=*Micropsectra atrofasciata*; f=*ectrocladius oxyura*; g=*Metriocnemus hygropetricus*.



Come già evidenziato sulla base dei dati del 2014, anche per quelli del '78-'79 risulta maggiore il numero di specie presenti nel sito di valle rispetto a quello nel sito di monte. Quindi l'ipotesi precedentemente proposta, relativa al trasporto attivo esercitato dai due affluenti, che nascono a quote più elevate (intorno ai 2000 m s.l.m.) rispetto a quelle dei due siti esaminati sul fiume Oglio, sembra confermata anche per il '78-'79.

Nel sito di campionamento a valle dell'abitato di Vezza d'Oglio, dal confronto tra i dati primavera '78-'79 (Fig. 5.9) con quelli della primavera 2014 (Fig. 5.1; 5.2) notiamo che, mentre nel '78-'79 erano presenti 31 specie, nel 2014 le specie censite sono state solo 13. Tale dato può essere spiegato, oltre ad un cambiamento nella composizione della cenosi a chironomidi dovuta a diversi fattori antropico-climatici, anche tenendo conto del minor sforzo di campionamento avvenuto nel 2014 rispetto al biennio '78/'79. Da notare che cinque sono state le specie censite solo nella primavera 2014 e non nel

'78/'79. Tali specie sono: *O. rivulorum*, *O. ashei*, *C. fuscus*, *D. goetghebueri* e *D. modesta*. La presenza di queste cinque specie non censite nel passato potrebbe dipendere dall'impatto antropico e dal cambiamento climatico verificatisi negli ultimi decenni. Le cinque specie unicamente presenti risultano essere stenoterme fredde, tipiche quindi di ambienti a bassa temperatura; pertanto la loro presenza nei due siti esaminati non è direttamente attribuibile al fenomeno del cambiamento climatico.

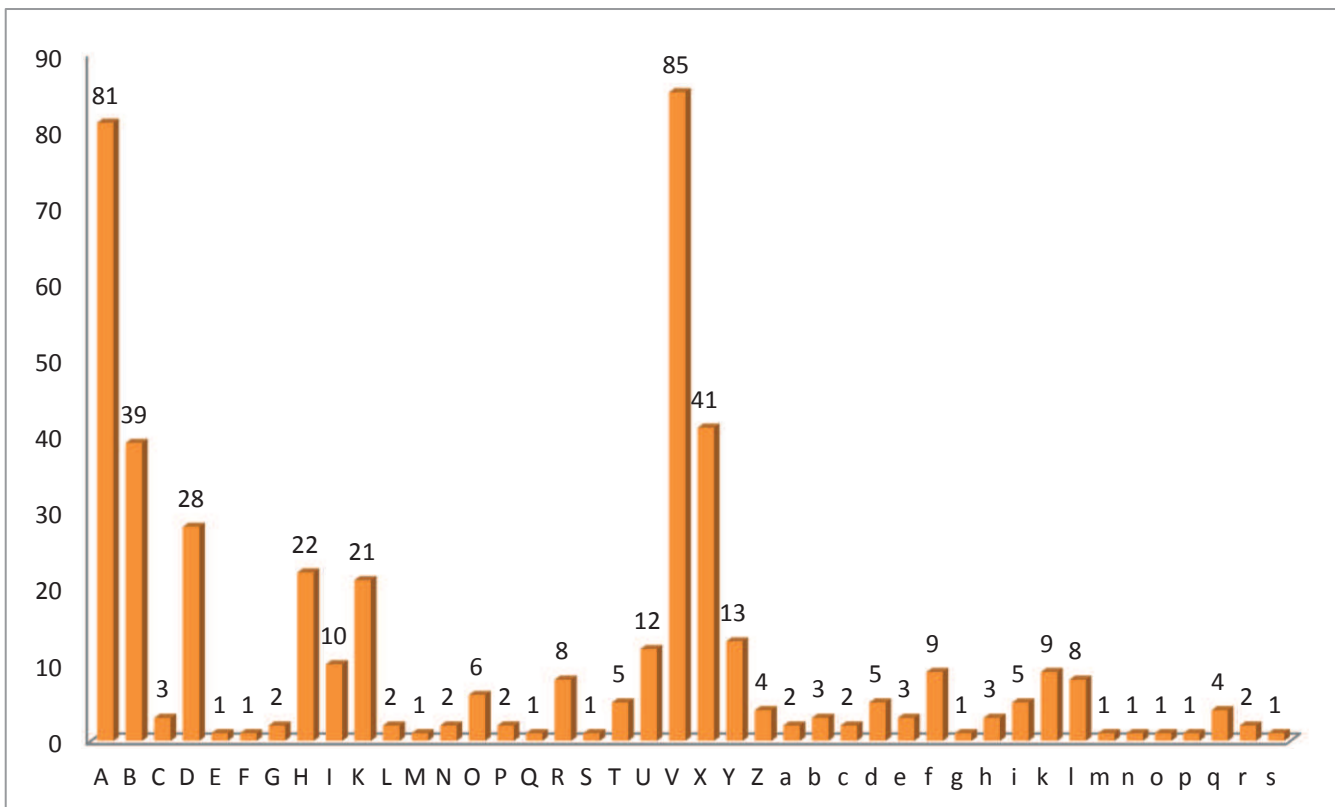
Per quanto riguarda gli esemplari censiti nel sito di monte nel periodo tardo-estivo del '78-'79 si nota un'estrema scarsità di specie sia in termini di varietà che di abbondanze: un esemplare di *S. montanus* e sette di *H. serratosioi*. Questo fatto probabilmente è dovuto ad un'attività di campionamento concentrata maggiormente nel sito di valle o in altri siti sempre nel territorio limitrofo all'abitato di Vezza d'Oglio. Nella stazione di monte, durante il 2014 (Fig. 5.3; 5.4) sono state censite 21 specie (*O. thienemanni*, *O. rivicola*, *E. minor*, *P. niger*, *C. bicinctus*, *M. metriocnemus*, *Z. melanura*, *D. tonsa*, *D. zernyi*, *T. verralli*, *E. fuldensis*, *O. frigidus*, *P. skirwithensis*, *S. lignicola*, *C. fuscus*, *R. fuscipes*, *P. niger*, *P. stylatus*, *B. longifurca*, *K. Borealpina* e *N. dubius*) mentre nel '78-'79 solo due (*S. montanus* e *H. serratosioi*). Le uniche due specie censite nel '78-'79 non sono più state campionate nel 2014. In questo caso la scarsità di esemplari evidenziata tra il biennio '78-'79 e il 2014 è attribuibile principalmente all'attività di campionamento eseguita senza costanza e frequenza nel sito di monte.

Nelle Alpi, il riscaldamento atmosferico è stato stimato più del doppio di quello della media del pianeta negli ultimi 50 anni (D'Agata & al., 2012; Diolaiuti & al., 2013). A questo proposito è stato particolarmente interessante, in agosto 2014, il censimento della specie *C. bicinctus*, non censita nel '78-'79, in quanto questa specie è tipica di habitat pianiziali o collinari. Il ritrovamento di questa specie potrebbe essere significativo dell'impatto del cambiamento climatico che ha permesso una diffusione della specie verso quote più elevate. Questa ipotesi è sostenuta dal fatto che la specie *C. bicinctus* non è mai stata censita nemmeno negli altri siti limitrofi all'abitato di Vezza d'Oglio (fontane, ruscelli e sorgenti) esaminati nel corso dei campionamenti '78-'79.

Dai dati storici riferiti al periodo tardo-estivo '78-'79 nel sito di valle (Fig. 5.10) notiamo una notevole varietà di specie censite. In questo caso gli esemplari campionati nel '78-'79 sono stati ben 433.

FIGURA 5.10 - Specie (e relative abbondanze) del periodo tardo-estivo 1978-1979 riportate nei dati storici (sito di valle): A=*D. tonsa*; B=*D. bertrami*; C=*D. cinerella*; D=*D. zernyi*; E=*D. vaillanti*; F=*P. olivacea*; G=*P. branickii*; H=*E. claripennis*; I=*E. brevicar*; K=*E. minor*; L=*E. lobifera*; M=*E. cyanea*; N=*E. coerulescens*; O=*E. fuldensis*; P=*E. ilkleyensis*; Q=*H. serratosioi*; R=*T. bavarica*; S=*T. calvescens*; T=C.

tibialis; U=*C. tremulus*; V=*O. rivicola*; X=*O. frigidus*; Y=*O. fuscimannus*; Z=*O. thienemanni*; a=*O. saxosus*; b=*P. nudipennis*; c=*Heterotrissocladius marcidus*; d=*C. fuscus*; e=*C. capucinus*; f=*B. bifida*; g=*B. longifurca*; h=*Macropelopia nebulosa*; i=*M. atrofasciata*; k=*P. stylatus*; l=*P. albimanus*; m=*Chaetocladius dentiforceps*; n=*P. nigritus*; o=*R. effusus*; p=*Cricotopus triannullatus*; q=*Nanocladius spinellus*; r=*Rheotanytarsus photophilus*; s=*Parachironomus gracilior*.



Confrontando i dati della figura 5.10 con quelli del periodo tardo-estivo 2014 (Fig. 5.3; 5.4) notiamo che nella stazione di valle nel 2014 sono presenti solo 13 specie (*O. rivicola*, *Z. melanura*, *P. olivacea*, *T. verralli*, *E. devonica*, *E. minor*, *C. fuscus*, *C. annullator*, *R. fuscipes*, *N. dubius*, *M. radialis*, *B. legeri*, *C. corynoneura*) mentre nel '78-'79 ne erano presenti 42 (Fig. 5.10). Si può notare che nella stagione di agosto-settembre 2014 sono presenti dieci specie non censite in quella del '78-'79 (*Z. melanura*, *T. verralli*, *E. devonica*, *C. fuscus*, *C. annullator*, *R. fuscipes*, *N. dubius*, *M. radialis*, *B. legeri*, *C. corynoneura*). La differenza tra le due cenosi è attribuibile al protocollo di campionamento condotto nel '78/'79, in cui sono stati indagati torrenti o ruscelli circostanti l'abitato di Vezza d'Oglio ove queste specie sono state in maggioranza censite.

L'elenco delle specie raccolte durante i campionamenti svolti negli anni 1980, 1981-1989 e 2007-2008 non sono stati riportati nel presente lavoro in quanto non è stato possibile eseguire un confronto con i dati attuali (2014) poiché i

dati risultavano piuttosto carenti ed incompleti. Questo fatto avrebbe infatti portato ad un confronto poco accurato.

In tabella 5.6 viene presentato un elenco completo di tutte le specie precedentemente censite assieme a quelle censite durante il presente studio. Dal confronto dei due elenchi faunistici è emerso che 17 specie censite in passato sono state ritrovate anche nel 2014 (Tab. 5.6). Inoltre è emerso che 22 delle 34 specie censite in entrambi i siti nel 2014 non erano presenti nei campionamenti del passato e, pertanto, risulterebbero esclusive del 2014. Tra queste 22, però, è opportuno specificare che solo nove sono effettivamente esclusive del 2014 all'interno del bacino idrografico del fiume Oglio in prossimità dell'abitato di Vezza d'Oglio (*C. bicinctus*, *E. devonica*, *O. rivulorum*, *O. ashei*, *K. Boreoalpina*, *M. radialis*, *N. dubius*, *T. verralli* e *Z. melanura*). In realtà le restanti 13 specie erano già state ritrovate in passato non nei siti di monte e di valle, bensì in altri siti non più esaminati nel 2014 (piccoli ruscelli, fontane e sorgenti in prossimità di Vezza d'Oglio).

TABELLA 5.6 - Elenco di tutte le specie censite durante i campionamenti svolti negli anni 1978, 1979, 1980, 1981, 1988, 1989, 1999, 2007 e 2008. NOTE: * specie censite anche nei campionamenti svolti durante il 2014.

Specie riportate nei dati storici		
<i>Brillia bifida</i>	<i>Eukiefferiella brevicar*</i>	<i>Paratendipens albimanus</i>
<i>Brillia longifurca*</i>	<i>Eukiefferiella claripennis</i>	<i>Paratrachocladus nigritus</i>
<i>Boreoheptagyia legeri*</i>	<i>Eukiefferiella lobifera</i>	<i>Paratrachocladus skirwitensis*</i>
<i>Cardioclasius fuscus*</i>	<i>Eukiefferiella cyanea</i>	<i>Paratrachocladus nivalis</i>
<i>Chaetocladus suecicus</i>	<i>Eukiefferiella coerulescens</i>	<i>Paratrachocladus nudipennis</i>
<i>Chaetocladus gelidus</i>	<i>Eukiefferiella fuldensis*</i>	<i>Prodiamesa olivacea*</i>
<i>Chironomus riparius</i>	<i>Eukiefferiella ikleyensis</i>	<i>Psectrocladius oxyura</i>
<i>Corynoneura arctica</i>	<i>Heleniella serratosoi</i>	<i>Pseudodiamesa branickii*</i>
<i>Cricotopus pulchripes</i>	<i>Heterotrissocladus marcidus</i>	<i>Rheocricotopus effusus</i>
<i>Cricotopus tremulus</i>	<i>Limnophyes pentaplastus</i>	<i>Rheotanytarsus photophilus</i>
<i>Cricotopus curtus</i>	<i>Macropelopia nebulosa</i>	<i>Stilocladus montanus</i>
<i>Cricotopus tibialis</i>	<i>Metriocnemus hygropetricus</i>	<i>Tvetenia calvescens*</i>
<i>Diamesa tonsa*</i>	<i>Micropsectra atrofasciata</i>	<i>Tvetenia bavarica</i>
<i>Diamesa vaillanti</i>	<i>Nanocladus spiniplenus</i>	<i>Zavrelimyia berberi</i>
<i>Diamesa cinerella</i>	<i>Orthocladus rivicola*</i>	
<i>Diamesa zernyi*</i>	<i>Orthocladus frigidus*</i>	
<i>Diamesa bertrami</i>	<i>Orthocladus fuscimmanus</i>	
<i>Diamesa goetghebeueri*</i>	<i>Orthocladus olivaceus</i>	
<i>Diamesa latitarsis</i>	<i>Orthocladus saxosus</i>	
<i>Eukiefferiella minor*</i>	<i>Orthocladus rubicundus</i>	
<i>Eukiefferiella tirolensis*</i>	<i>Parametriocnemus stylatus*</i>	

6. CONCLUSIONI

Dai campionamenti svolti durante il 2014, che hanno portato alla raccolta di 397 esemplari appartenenti a 34 specie, è emerso che la cenosi del fiume Oglio nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo del 2014 è simile a quella presente in passato (1978-1979). Dall'analisi dei dati sono comunque emerse alcune differenze. Le specie esclusivamente censite nel 2014 sono nove: *C. bicinctus*, *E. devonica*, *O. rivulorum*, *O. ashei*, *K. Boreoalpina*, *M. radialis*, *N. dubius*, *T. verralli* e *Z. melanura*. Oltre a queste nove ci sono altre 13 specie esclusive dei siti di monte e di valle censite nel 2014; più precisamente queste 13 specie erano già state censite in passato ma in siti limitrofi all'abitato di Vezza d'Oglio, diversi dai due siti fluviali esaminati nel 2014. Analizzando l'ecologia di queste specie si nota come molte di esse (e.g., *D. zerny*, *D. modesta* e *D. tonsa*) siano tipiche di ambienti stenotermini freddi. La loro presenza nella cenosi a chironomidi censita durante il 2014 e non in quella del '78/'79 è da attribuirsi a fattori diversi dal cambiamento climatico. Fattori di origine antropica come la realizzazione di nuovi canali per il prelievo dell'acqua ai fini idroelettrici od opere idrauliche possono aver causato queste differenze.

Nelle Alpi, il riscaldamento atmosferico è stato stimato più del doppio di quello della media del pianeta negli ultimi 50 anni (D'Agata & al., 2012; Diolaiuti & al., 2013). Da segnalare è la presenza nel 2014 di *Cricotopus bicinctus*, assente in passato, in quanto questa specie, che predilige temperature dell'acqua più elevate, è tipica di ambienti planiziali e collinari. La sua presenza sul Fiume Oglio in prossimità dell'abitato di Vezza d'Oglio (1080 m s.l.m) è potenzialmente attribuibile a fenomeni di *global change*.

In futuro risulterebbe necessario approfondire le indagini sul fiume Oglio e sui suoi affluenti al fine di valutare con maggiore accuratezza gli eventuali effetti del cambiamento climatico globale sulla composizione delle cenosi a Chironomidi.

7. ALLEGATI

ALLEGATO 1. - Elenco in dettaglio delle determinazioni di Chironomidi relative ai campionamenti svolti nei mesi di marzo, aprile, agosto e settembre 2014. Stadio: Pe=pupe; L=larve; M-F=adulti maschi o femmine; NA=not available (non disponibile).

data	collecting site	genere	specie	abbondanza	stadio
21/03/2014	Oglio monte	<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. fuldensis</i>	4	Pe
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. brevicar</i>	1	Pe
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. frigidus</i>	30	Pe
		<i>Paratrichocladius</i>	<i>P. skirwithensis</i>	30	Pe
	Oglio valle	<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	1	L
		<i>Pseudodiamesa</i>	<i>P. branickii</i>	1	L
		<i>Pseudodiamesa</i>	<i>P. branickii</i>	5	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. goetghebueri</i>	1	L
		<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	1	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	1	L
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	5	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	1	M
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	5	L
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivicola</i>	5	Pe
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivulorum</i>	5	Pe
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. frigidus</i>	5	Pe
	<i>Paratrichocladius</i>	<i>P. skirwithensis</i>	5	Pe	
31/03/2014	Oglio monte	<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	1	L
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. frigidus</i>	1	M
	Oglio valle	<i>Diamesa</i>	<i>D. modesta</i>	5	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	3	L
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	5	Pe
	<i>Cardiocladius</i>	<i>C. fuscus</i>	1	L	
04/04/2014	Oglio monte	<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	1	L
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. frigidus</i>	2	M
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. frigidus</i>	2	F
	Oglio valle	<i>Pseudodiamesa</i>	<i>P. branickii</i>	1	L
		<i>Diamesa</i>	<i>D. modesta</i>	10	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	4	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	4	L
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. tirolensis</i>	1	Pe
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. minor</i>	1	Pe
	<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivulorum</i>	1	Pe	
11/04/2014	Oglio monte	NA	NA	NA	NA
	Oglio valle	<i>Diamesa</i>	<i>D. modesta</i>	1	Pe

		<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	1	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	1	L
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. ashei</i>	1	L
23/04/2014	Oglio monte	<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	3	L
	Oglio valle	<i>Diamesa</i>	<i>D. modesta</i>	2	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	2	Pe
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. minor</i>	1	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. rivicola</i>	1	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. frigidus</i>	2	Pe
06/05/2014	Oglio monte	NA	NA	NA	NA
	Oglio valle	<i>Diamesa</i>	<i>D. modesta</i>	1	Pe
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	6	L
18/08/2014	Oglio monte	<i>Zavrelimyia</i>	<i>Z. melanura</i>	1	L
		<i>Tvetenia</i>	<i>T. verralli</i>	1	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. rivicola</i>	5	Pe
		<i>Metriocnemus</i>	<i>Metriocnemus</i>	1	L
	Oglio valle	<i>Zavrelimyia</i>	<i>Z. melanura</i>	1	Pe
		<i>Tvetenia</i>	<i>T. verralli</i>	1	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. rivicola</i>	2	Pe
21/08/2014	Oglio monte	NA	NA	NA	NA
	Oglio valle	NA	NA	NA	NA
25/08/2014	Oglio monte	<i>Tvetenia</i>	<i>T. calvescens</i>	1	L
		<i>Tvetenia</i>	<i>T. verralli</i>	1	Pe
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. minor</i>	1	Pe
		<i>Paracricotopus</i>	<i>P. niger</i>	1	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. rivicola</i>	40	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. thienemanni</i>	10	Pe
		<i>Cricotopus</i>	<i>C. bicinctus</i>	1	Pe
	Oglio valle	NA	NA	NA	NA
01/09/2014	Oglio monte	<i>Diamesa</i>	<i>D. tonsa</i>	1	Pe
		<i>Cardiocladius</i>	<i>C. fuscus</i>	1	Pe
		<i>Tvetenia</i>	<i>T. verralii</i>	1	Pe
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. fuldensis</i>	1	Pe
		<i>Paracricotopus</i>	<i>P. niger</i>	1	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. rivicola</i>	2	M
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. rivicola</i>	50	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. thienemanni</i>	30	Pe
		<i>Orthocladus</i>	<i>O. frigidus</i>	7	Pe
		<i>Symposiocladius</i>	<i>S. lignicola</i>	1	Pe
		<i>Parametriocnemus</i>	<i>P. stylatus</i>	4	Pe
		<i>Krenosmittia</i>	<i>K. borealpina</i>	1	Pe
	Oglio valle	<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. fuldensis</i>	3	Pe

05/09/2014	Oglio monte	<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivicola</i>	10	Pe	
		<i>Nilotanypus</i>	<i>N. dubius</i>	1	Pe	
		<i>Diamesa</i>	<i>D. zernyi</i>	1	Pe	
		<i>Brillia</i>	<i>B. longifurca</i>	2	Pe	
		<i>Cardiocladius</i>	<i>C. fuscus</i>	1	Pe	
		<i>Tvetenia</i>	<i>T. verralli</i>	2	Pe	
		<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. fuldensis</i>	5	Pe	
		<i>Rheocricotopus</i>	<i>R. fuscipes</i>	1	Pe	
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivicola</i>	30	Pe	
		<i>Orthocladius</i>	<i>O. thienemanni</i>	10	Pe	
		<i>Paratrichocladius</i>	<i>P. skirwithensis</i>	1	Pe	
		<i>Krenosmittia</i>	<i>K. borealpina</i>	2	Pe	
		Oglio valle	<i>Nilotanypus</i>	<i>N. dubius</i>	1	Pe
			<i>Prodiamesa</i>	<i>P. olivacea</i>	1	Pe
<i>Cardiocladius</i>	<i>C. fuscus</i>		1	Pe		
<i>Tvetenia</i>	<i>T. verralli</i>		3	Pe		
<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. devonica</i>		1	Pe		
<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. fuldensis</i>		5	Pe		
<i>Eukiefferiella</i>	<i>E. minor</i>		1	Pe		
<i>Rheocricotopus</i>	<i>R. fuscipes</i>		1	Pe		
<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivicola</i>		10	Pe		
<i>Orthocladius</i>	<i>O. rivicola</i>		1	L		
	<i>Cricotopus</i>	<i>C. annulator</i>	1	Pe		
	<i>Micropsectra</i>	<i>M. radialis</i>	1	Pe		
	<i>Boreoheptagyia</i>	<i>B. legeri</i>	1	L		
	<i>Corynoneura</i>	<i>Corynoneura</i>	1	Pe		

8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BAZZANTI M., BOGGERO A., LENCIONI V., MASTRANTUONO L., ROSSARO B., SOLIMINI A., 2008. - Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati negli ambienti lacustri. - Pubblicazione scientifica: 14-16.

BOESSO V., 2011. - Ditteri (Zanzare, Simulidi, Chironomidi, Mosche) Guida pratica per la biologia, classificazione, controllo chimico e biologico dei Ditteri. - www.disinfestazione.it/sapere/ditteri/chironomidi.

BUFFAGNI A., 2004. - Classificazione ecologica e carattere lenticolo-lotico in fiumi mediterranei. Istituto di ricerca sulle acque IRSA - CNR del Consiglio Nazionale delle Ricerche. - Quaderni. 122: 5-11, 47-50, 20-22.

D'AGATA C., DIOLAIUTI G. A., BOCCHIOLA D., MARAGNO D., SMIRAGLIA C., 2013. - Glacier shrinkage driven by climate change during half a century (1954-2007) in the Ortles-Cevedale group (Stelvio National Park, Lombardy, Italian Alps). - *Theoretical and Applied Climatology*. 116: 169-190.

EULISSE E., BOTTINO L., GIANONI P., NEGRI P., PATTARO A., 2010. - Fiumi alpini e nuova cultura dell'acqua: una rivoluzione in Europa e la direttiva quadro acque. - Pubblicazione scientifica: 18-20, 21-32, 33-38.

FENOGLIO S., 2012. - Acqua di roccia, cristallo fuso: un viaggio nei torrenti alpini. - *Racconti d' Ambiente, Rubriche, Sezione Saggi Adulti* concorso letterario su tema naturalistico "Michele Lessona". - www.greenews.info.

LENCIONI V. & LAZZARA M., 2006. - I chironomidi subfossili (Diptera, Chironomidae) del Lago di Tovel (Trentino, Alpi centro-orientali): uno sguardo agli ultimi 400 anni. - *Suppl. 2*: 155-165.

MAJORI G., ALÌ A. & ROMI R., 1984. - Indagine preliminare sui focolai larvali di Chironomidi nel Comune di Orbetello. - *Fragm. Entomol.* 17 (2): 293-300.

MARZIALI L., ARMANINI D.G., BUFFAGNI A., CAZZOLA M., ERBA S., ROSSARO B., TOPPI E., 2009. - Tassocenosi a Ditteri Chironomidi in fiumi mediterranei (Cilento, Sud Italia): ecologia e implicazioni per il biomonitoraggio. - *Studi Trent. Sci. Nat.* 84: 27-42.

ROSSARO B., BOGGERO A., LENCIONI V., MARZIALI L., 2006. - Chironomids from Southern Alpine running waters: ecology, biogeography. - C.N.R.-Institute for Ecosystem Study (ISE). - *Hydrobiologia*: 231-246.

SARTORI F., BANI L., BOTTONI L., FORNASARI L., FRUGIS S., GARAGNA S., GIRGENTI P., GROPPALI R., MASSA R., PAOLETTI M.G., REDI C. A., SÜSS L., ZUCCOTTI M., 1998. - Bioindicatori ambientali. - Chironomidi come indicatori della qualità delle acque: 180-184.

STOCH F., MINELLI A., RUFFO S., 2002. - Torrenti montani: La vita nelle acque correnti. - *Quaderni habitat*. 5: 57-80.

www.provinz.bz.it.

www.faunaitalia.it. - Distribution of the Italian fauna - Chironomidae.

chirokey.skullisland.info.

9. RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento va a Matteo Guerrini e Tobia Bona, studenti che hanno condiviso insieme a me questa esperienza di tirocinio e collaborato allo svolgimento dei campionamenti svolti nei due siti di Vezza d'Oglio e di quelli svolti in altri siti esaminati nella zona dell'alta Valle Camonica.

Il ringraziamento più grande e sincero va alla mia famiglia che mi ha dato l'opportunità di studiare all'università appoggiando sempre le mie scelte e le mie decisioni.