

Prime esperienze di applicazione del metodo multihabitat proporzionale per il campionamento dei macroinvertebrati bentonici in ARPA Lombardia

Pietro Genoni

ARPA Lombardia – Dipartimento di Milano, Via Spagliardi 19, 20015 Parabiago MI

Tel. 02 74872551; e-mail: p.genoni@arpalombardia.it

Elena Arnaud

ARPA Lombardia – Dipartimento di Cremona, Via S. Maria in Betlem 1, 26100 Cremona

Tel. 0372 592118; e-mail: e.arnaud@arpalombardia.it

1. Premessa

L'esperienza degli operatori di ARPA Lombardia nell'ambito del campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei fiumi secondo il metodo multihabitat proporzionale è stata articolata in due fasi temporali: la formazione del personale e, successivamente, l'applicazione del metodo presso la propria realtà territoriale. Nel presente lavoro sono illustrati e discussi i principali risultati ottenuti.

2. Formazione del personale

Successivamente al primo corso organizzato dall'APAT e tenutosi a Viterbo nel novembre 2007, si è stabilito di estendere la formazione a tutti gli operatori dell'ARPA Lombardia che si occupano direttamente di biomonitoraggio. È stato quindi organizzato, in collaborazione con l'IRSA-CNR, un apposito corso di formazione. Il corso, che si è svolto nel periodo marzo-aprile 2008, è stato strutturato in due giornate di lezioni frontali e tre giornate in campo ed ha visto la partecipazione di 29 operatori.

Come documento di riferimento è stato utilizzato il Notiziario dei metodi analitici IRSA, n. 1/2007. Le principali considerazioni emerse sono richiamate nel seguito. L'intera relazione conclusiva, curata da ARPA Lombardia e IRSA-CNR, è disponibile a richiesta.

- Non si sono riscontrati problemi particolari nel riconoscimento dell'**area da campionare** (*pool*, *riffle* o generico), una volta chiarite in campo le modalità ed i dettagli per l'individuazione di tale area.
- Per quanto riguarda la stima dei **microhabitat** presenti, i risultati ottenuti rilevano che la percentuale di copertura segnalata con maggiore frequenza dai singoli operatori ha coinciso con quella indicata dagli istruttori IRSA-CNR, con differenze che solo raramente si sono discostate di un valore superiore al 10%, e comunque non hanno mai superato il 20%. L'esperienza di campo ha permesso di migliorare le valutazioni dei singoli operatori passando da una stazione alla successiva, in conseguenza dei chiarimenti forniti circa la corretta procedura di riconoscimento dei microhabitat e di stima delle loro coperture. Quando espresse dai gruppi, le stime di copertura dei microhabitat effettuate in aree omogenee hanno presentato una variabilità molto limitata, confrontabile con la naturale variabilità del tratto di fiume in esame.
- Il riconoscimento dei **tipi di flusso** è apparsa un'operazione piuttosto semplice, anche se è stato necessario chiarire le modalità di rilevazione di questo dato sulla scheda di campo. I tipi di flusso registrati in corrispondenza delle repliche si sono successivamente rivelati importanti nell'interpretazione delle differenze di composizione tassonomica tra gli organismi raccolti dalle diverse squadre.
- L'utilizzo della **rete Surber** non ha suscitato particolari problemi applicativi nei 2 corsi d'acqua considerati. Nel caso di campionamenti a profondità superiori a 50 cm (fiume Adda), alcuni operatori hanno utilizzato un retino immanicato, smuovendo il substrato con i piedi e restando nei limiti di superficie definiti dal metodo.
- Lo **smistamento degli organismi** in campo è stato effettuato senza particolari problemi, stimando le abbondanze dei taxa dominanti e contando il numero di individui di quelli meno

abbondanti. Si è riscontrata una certa disomogeneità tra le squadre nel numero di individui che effettivamente vengono portati in laboratorio per la conferma delle identificazioni, per cui potrà risultare utile fornire ulteriori indicazioni in merito a questo aspetto.

- L'analisi delle differenze osservate tra i gruppi nei risultati delle singole metriche e dello STAR_ICM index hanno messo in risalto l'importanza della registrazione sulla **scheda di campo** dei dati relativi ai microhabitat ed ai tipi di flusso osservati in corrispondenza di ciascuna replica.
- Le differenze osservate tra i gruppi nei risultati delle singole metriche e dello STAR_ICM index hanno reso evidente la necessità di percorrere un tratto di fiume adeguatamente lungo al fine di individuare l'area in cui collocare la **stazione di campionamento** e di evitare punti non sufficientemente rappresentativi.
- In merito al campionamento dei **fiumi non guadabili**, si considera valida la tecnica dei substrati artificiali, anche se in alcuni casi con qualche difficoltà legata essenzialmente all'individuazione di una stazione idonea di posizionamento. Si rileva la necessità di individuare a livello di bacino in quali casi (cioè in quali tipi fluviali) sia da utilizzare tale tecnica, in modo da garantire uniformità tra le varie Agenzie e non solo tra i vari operatori della stessa Agenzia.

3. Esperienze di applicazione del metodo multihabitat proporzionale

Le indicazioni della Regione Lombardia per l'anno 2008 circa le modalità di monitoraggio dei fiumi hanno previsto una sostanziale continuità rispetto agli anni precedenti, e quindi l'adozione dei criteri già formulati in merito dal decreto legislativo n. 152/99. In sostanza, i Dipartimenti hanno effettuato il monitoraggio biologico utilizzando il metodo IBE su tutte le stazioni di campionamento della rete regionale, con la possibilità di eseguire un solo campionamento annuale nelle stazioni con LIM di livello 4 o livello 5 e valori di IBE minori di 5.

Parallelamente, al termine dell'attività formativa sopra ricordata, il Settore Risorse Idriche ha dato indicazione ai vari operatori di iniziare, nei limiti del possibile, la sperimentazione del campionamento multihabitat proporzionale. Purtroppo, l'impegno richiesto per l'attività ordinaria e le avverse condizioni meteorologiche particolarmente prolungate hanno limitato, e spesso impedito, la possibilità di applicazione del nuovo metodo di campionamento.

Allo stato attuale i corsi d'acqua in cui è stato effettuato il campionamento multihabitat proporzionale sono 11, distribuiti nelle province di Cremona, Como, Lodi, Milano, Monza e Brianza. I campionamenti complessivamente eseguiti sono 32 su un totale di 19 stazioni in fiumi guadabili (Tab. I). Su un corso d'acqua non guadabile (fiume Po a Cremona) sono stati effettuati campionamenti mediante substrati artificiali.

Tutte le stazioni appartengono all'idroecoregione Pianura Padana (Cod_HER 6).

In tutti i casi il tipo di monitoraggio eseguito è stato di tipo operativo (10 repliche).

Nel seguito sono discussi alcuni aspetti di applicazione del metodo, alcuni dei quali già richiamati nel corso del workshop di Bibbiano (aprile 2008).

3.1 Riconoscimento e quantificazione dei microhabitat

Il riconoscimento dei microhabitat e la loro quantificazione percentuale non hanno presentato particolari problemi. Questa considerazione emerge sia dall'analisi dei dati del corso di formazione organizzato da ARPA Lombardia, sia da quelli raccolti in occasione del meeting di Bibbiano.

Le differenze di valutazione di copertura dei microhabitat, quando valutate da un singolo operatore, raramente eccedono il 10%, ed in genere sono contenute entro il 20%. Quando espresse dai gruppi, le stime di copertura dei microhabitat effettuate in aree omogenee presentano una variabilità molto limitata, che si può ritenere confrontabile con la naturale variabilità del tratto di fiume in esame.

3.2 Campionamento dei microhabitat

In diversi casi si è avuto cura di tenere separate le repliche effettuate nei differenti microhabitat utilizzando secchi diversi per raccogliere il materiale prelevato da ciascun microhabitat. Questo accorgimento, che non implica un maggiore dispendio di tempo in fase di campionamento, ha permesso, in presenza di substrati torbidi, di velocizzare sensibilmente le operazioni di smistamento e stima delle abbondanze.

L'analisi a posteriori del numero di organismi raccolti nei singoli microhabitat permette di mettere in evidenza le preferenze ambientali dei differenti taxa (Fig. 1) e di facilitare l'interpretazione di eventuali differenze riscontrate tra campionamenti effettuati nella stessa stazione.

3.3 Tempi di campionamento

Si è ritenuto interessante valutare i tempi per l'esecuzione delle attività di campo previste dal metodo, soprattutto per avere una stima generale dell'impegno richiesto.

Si è stabilito di standardizzare tali tempi in termini di minuti (o ore) per "squadra-tipo", intendendo quest'ultima formata da 2 operatori.

Sono stati conteggiati separatamente i minuti dedicati alla identificazione, quantificazione dei microhabitat e campionamento (fase 1), dai minuti dedicati allo smistamento e stima delle abbondanze degli organismi (fase 2). Si può ritenere che il tempo della fase 1 non sia significativamente condizionato dal numero di operatori (la presenza di 4 operatori non dimezza il tempo di quantificazione e campionamento rispetto alla presenza di 2 operatori) e pertanto i minuti conteggiati in campo sono stati considerati già standardizzati per squadra-tipo, indipendentemente dal numero di operatori presenti. Per la fase 2 (smistamento e stima delle abbondanze), al fine di ottenere la standardizzazione per squadra-tipo, i minuti totali sono stati moltiplicati per il numero di operatori presenti e quindi diviso per 2. In questo calcolo non si è tenuto conto della maggiore o minore esperienza degli operatori.

In generale si può osservare che i primi sopralluoghi sono risultati dispendiosi in termini di tempo già nella fase di ricerca dell'area adatta al campionamento (mesohabitat). Campionamenti effettuati successivamente nella stessa stazione sono risultati più veloci anche nelle operazioni della fase 1.

I dati indicano tempi di campo complessivi variabili tra 1,1 e 5,3 ore per squadra-tipo (media di 2,8 ore; n=22) in funzione di diverse variabili (estensione dell'area campionata, numero di taxa, numero di individui). Il tempo dedicato alla fase 1 è risultato compreso tra circa 7% e 30% del tempo totale (media di 16,5%), confermando che lo smistamento e la stima delle abbondanze (fase 2) rappresenta la fase più dispendiosa in termini di tempo e quindi quella su cui andrebbero concentrati gli sforzi di ottimizzazione. In base ai dati raccolti, il tempo di smistamento e stima delle abbondanze risulta principalmente correlato al numero di taxa presenti ($r=0,87$; $p<0,000$; $n=22$; Fig. 2).

3.4 Stime di abbondanza

Per quanto appena detto, le modalità con cui effettuare le stime di abbondanza degli organismi rappresentano una fase importante del metodo. Occorre tuttavia tenere presente che la variabilità naturale della distribuzione degli organismi in un tratto omogeneo di corso d'acqua è tale da renderne inutile il conteggio preciso.

In proposito si richiama quanto riportato nel Notiziario dei metodi analitici IRSA, n. 1/2007 (pag. 23).

Se un taxon è presente con abbondanze superiori a 10 individui si procederà alla stima della sua abbondanza. Potranno essere utilizzate classi numeriche predefinite specificate per i diversi taxa in relazione al tipo fluviale o all'idroecoregione di appartenenza. Peraltro, si ritiene praticabile – ed in molti casi addirittura più veloce – fornire direttamente un'indicazione del numero effettivo stimato, anziché limitarsi a valutare la classe di abbondanza.

Comunque si proceda, è necessario giungere ad un valore numerico *sufficientemente affidabile*, da utilizzare per il calcolo di metriche quantitative.

Per valutare la ripetibilità delle stime di abbondanza sono state eseguite prove di campo e di laboratorio che hanno permesso di formulare alcune considerazioni.

In generale, le stime di abbondanza per singolo sottocampione (vaschetta) sono state eseguite esaminando l'intero sottocampione, oppure, nel caso dei taxa più abbondanti (indicativamente superiori a 30-40 individui per sottocampione), contando gli individui di una porzione del sottocampione (metà, un terzo, un quarto) e moltiplicando per il fattore corrispondente (2, 3, 4).

1) Prove su campioni fissati.

In laboratorio sono stati eseguiti conteggi di individui presenti in campioni integralmente fissati in campo con etanolo 95% e per i quali era stata effettuata una stima di abbondanza.

In una stazione (roggia Rabica) sono stati esaminati 2 campioni costituiti da 4 repliche ciascuno (area 0,05 m² per replica) raccolte in due distinti microhabitat, sabbia (SAB) e macrofite sommerse (SO). In entrambi i campioni sono stati contati tutti gli organismi presenti, anche con l'ausilio di uno stereomicroscopio (fino a 62x).

Dei 30 taxa rinvenuti nei due distinti microhabitat e per i quali in campo era stata stimata un'abbondanza inferiore o uguale a 10 individui, 21 taxa (70%) hanno confermato la propria presenza con un'abbondanza di ± 1 individuo rispetto alla stima di campo. Dei restanti, 6 taxa (20%) hanno presentato differenze comprese tra 2 e 10 unità rispetto alla stima di campo, e solo per 2 taxa (Pisidiidae e Hydrobiidae nel microhabitat SAB) sono stati rinvenuti oltre 20 individui nel campione fissato rispetto alla stima di campo (Fig. 3).

I taxa con abbondanze stimate in campo superiori a 10 individui sono 15. In diversi casi le differenze rispetto alle stime di campo sono state molto accentuate (Fig. 4). In entrambi i microhabitat i Chironomidae sono stati drasticamente sottostimati in campo (26 su 626 in SAB e 38 su 177 in SO). Lo stesso vale per gli Hydrobiidae e gli Ostracoda in SO (14 su 131 e 35 su 147 rispettivamente). Interessanti sono i dati relativi ai Gammaridae, decisamente sottostimati in SAB (230 su 366), ma correttamente stimati in SO (198 su 205).

L'aspetto fondamentale da sottolineare è che *in tutti i casi* le sottostime evidenziate sono dovute al conteggio in laboratorio di individui di dimensioni estremamente ridotte (in genere inferiori al millimetro), individuate solo grazie all'ausilio del microscopio. Dove nelle popolazioni non erano presenti tali forme giovanili, come nel caso dei Gammaridae in SO (ma anche Simuliidae e Leptoceridae nello stesso microhabitat), i conteggi sul materiale fissato sono risultati in buon accordo con le stime di campo.

Un'esperienza analoga è stata condotta sulla Roggia Tormo (Crespiatica, LO). Anche in questo caso i Gammaridae contati nel campione fissato, raccolto nel microhabitat "alghè", sono risultati 778 rispetto i 461 stimati in campo.

Da tali osservazioni emergono due principali considerazioni: (1) le stime in laboratorio su campione fissato vanno effettuate solo in casi eccezionali e possibilmente senza l'utilizzo dello stereomicroscopio; (2) se si eccettuano i taxa presenti con numerosi individui di taglia estremamente piccola (<1 mm), le stime di campo hanno mostrato una sostanziale affidabilità.

2) Prove in campo con stime indipendenti.

In due stazioni di campionamento (fiume Lambro e roggia Ticinello) si è diviso l'intero campione prelevato in campo tra due operatori che prelevavano alternativamente dallo stesso secchio lo stesso numero di sottocampioni. Naturalmente occorre considerare che questo procedimento non ha garantito la precisa suddivisione del campione.

Per i taxa con un numero di individui stimato superiore a 10 la concordanza tra i due operatori è risultata soddisfacente (Fig. 5).

Un'altra limitata esperienza è stata condotta in una stazione di campionamento (fiume Seveso) dove due operatori hanno stimato indipendentemente la presenza di due taxa particolarmente abbondanti (Tubificidae e Chironomidae) nelle stesse due sottorepliche (vaschette). Anche in questo caso i risultati indicano un buon accordo tra gli operatori (Fig. 6).

3) Prove di ripetibilità con campionamenti nello stesso tratto fluviale

In una stazione del fiume Adda (Rivolta d'Adda) sono stati eseguiti due campionamenti (10 repliche in *pool*) a pochi giorni e a breve distanza uno dall'altro (circa 250 metri), al fine di effettuare una valutazione sommaria della ripetibilità del metodo.

A parità di percentuali di microhabitat individuati (30% MIC e 70% MES), si sono ottenute due comunità tra loro sostanzialmente omogenee sia in termini quantitativi (1.968 individui nel primo campionamento e 1.901 individui nel secondo), sia come composizione tassonomica (23 taxa in comune rispetto ai 26 taxa complessivamente determinati; Tab. III). Le principali differenze riscontrate sono da ricondurre ai taxa presenti con pochi individui e a quelli in cui erano abbondanti gli individui di piccole dimensioni.

Una prova analoga è stata effettuata sul fiume Ticino (Boffalora Sopra Ticino) replicando però il campionamento (10 repliche in *pool*) dopo poco più di due mesi (Tab. IV).

I microhabitat campionati erano due nella prima data (30% MIC e 70% MES) e tre nella seconda (10% MIC, 70% MES e 20% SO). Il numero di taxa totali catturati nel secondo campionamento è sensibilmente inferiore rispetto al primo (da 33 a 27), mentre le abbondanze risultano più che raddoppiate (da 681 individui a 1.677 individui), in conseguenza dell'incremento numerico di 3 famiglie in particolare: Chironomidae, Gammaridae e Psychomyidae.

Il raffronto dei dati ottenuti sull'Adda e sul Ticino può rendere una prima grossolana immagine della variabilità tra comunità entro lo stesso sito e tra sito-stagione. Tuttavia, non disponendo di dati di comunità di riferimento e di un sistema di valutazione definitivo, *non è possibile allo stato attuale stabilire l'effetto di tali variazioni sulla classificazione finale dei siti.*

3.5 Determinazioni tassonomiche

Un altro aspetto che si ritiene di una certa importanza è rappresentato dalle determinazioni tassonomiche degli organismi campionati. In particolare, si ritiene debbano essere approfonditi i seguenti argomenti: (a) definizione di una lista tassonomica degli organismi macrobentonici aggiornata, univoca e condivisa, (b) definizione del numero minimo di organismi da riportare in laboratorio per le necessarie verifiche e (c) adozione di sistemi di verifica della correttezza delle determinazioni tassonomiche.

Per quanto concerne gli ultimi due punti, si ritiene che: (1) il numero minimo di individui da riportare in laboratorio debba riguardare tutti i taxa presenti nel campione, indipendentemente dalla facilità di riconoscimento in campo; (2) la necessità di verifica della corretta determinazione tassonomica degli organismi sia dettata non solo dalle esigenze proprie della classificazione ecologica del sito, ma anche da esigenze naturalistiche e conservazionistiche. Per queste ultime la corretta determinazione dei taxa raccolti potrebbe in alcuni casi rappresentare un obiettivo ancora più stringente.

Per effettuare un controllo in tal senso, sono stati riesaminati 33 campioni di organismi fissati in etanolo 75%, scelti su 325 campioni raccolti con finalità di applicazione dell'IBE nel triennio 2006-2008. In ciascun campione erano conservati individui in numero variabile rappresentativi di tutta la comunità macrobentonica presente in un determinato sito. Dei 549 taxa complessivamente riesaminati, 19 (3,5%) sono risultati identificati in maniera non corretta. Tali taxa erano distribuiti in 11 (33%) dei campioni riesaminati.

4. Confronti con il metodo IBE

Si è ritenuto interessante confrontare i dati raccolti secondo il metodo multihabitat con quelli raccolti secondo il metodo IBE. A tal fine sono stati confrontati: (1) il numero di taxa totali catturati secondo i due diversi protocolli di campionamento e (2) le classificazioni dei siti per i quali erano disponibili dati di comunità di riferimento.

1) Confronto del numero di taxa totali catturati

Sono stati considerati i taxa totali catturati nel medesimo tratto di fiume applicando i due protocolli di campionamento. I dati, relativi a 23 stazioni, sono stati raccolti nello stesso giorno o comunque entro pochi giorni dal primo campionamento. I risultati mostrano che l'efficienza di cattura non sembra dipendere dal metodo di campionamento adottato né dal mesohabitat campionato (*pool* o generico; Fig. 7).

2) Confronto della classificazione

In mancanza di dati relativi alle comunità di riferimento per i corpi idrici investigati e in assenza di un metodo di valutazione riconosciuto a livello normativo, la classificazione biologica dei siti campionati è praticamente impossibile.

Tuttavia, durante il corso di formazione tenuto in ARPA Lombardia è stata classificata la stazione sul Rio Tormo utilizzando comunità di riferimento censite dall'IRSA-CNR su piccoli corsi d'acqua di pianura ed il metodo STAR-ICM index per la classificazione (Tab. V).

Con gli stessi criteri sono stati calcolati i valori di STAR-ICMi per 8 comunità campionate in tipi fluviali simili, dove si disponeva anche di valori di IBE. In 5 casi la classificazione finale ottenuta concorda, mentre nei restanti 3 casi il giudizio espresso dallo STAR-ICMi è peggiore rispetto a quello dell'IBE (da buono a sufficiente; Tab. VI).

5. Utilizzo di substrati artificiali per i fiumi non guadabili

Si è sperimentata l'applicazione del metodo per i fiumi non guadabili tramite i substrati artificiali come proposto nel Notiziario dei metodi analitici IRSA, n. 1/2007.

I substrati, a lamelle di faesite, sono stati assemblati artigianalmente senza spese eccessive, secondo le modalità suggerite.

Sono state posizionate 3 unità (composte da 5 substrati ciascuna) ancorandole ad una zattera da cui partono canoe o piccole imbarcazioni. Le unità sono state legate in posizione centrale, evitando i lati della zattera, in modo tale da non essere troppo disturbate dai movimenti delle barche stesse.

Il monitoraggio operativo prevede l'utilizzo di una sola unità, ma volendo valutare la differenza di colonizzazione nelle diverse posizioni della zattera sono state posizionate più unità, anche per avere maggiori probabilità di recupero. I substrati sono stati lasciati in acqua per circa 2 mesi.

Nel mese di settembre sono state recuperate 2 unità, mentre nel mese di novembre è stata ritrovata una sola unità. Durante la fase di recupero si è prestata particolare attenzione a non perdere gli animali nel sollevamento dei substrati; a tal fine si è utilizzato un retino, che durante il prelievo è stato tenuto al di sotto del substrato. Il tutto è stato riposto in una vasca di grandi dimensioni con abbondante acqua di fiume per limitare al minimo la mortalità degli organismi durante il trasporto in laboratorio dove si è proceduto allo smistamento.

Il tempo impiegato per il conteggio degli individui è compreso tra i 40 e i 50 minuti per operatore, tenendo presente che un operatore ha dedicato almeno 25 minuti per il recupero delle specie incastrate nelle lamelle di masonite e per ripulire il substrato da vegetazione e plastica.

Le principali considerazioni che si possono trarre da questa esperienza preliminare sono le seguenti.

- Le unità analizzate erano costituite da comunità con abbondanza e composizione molto simili tra loro (Tab. VII).
- Sono stati rinvenuti organismi con abbondanze decisamente più elevate rispetto a quelle ottenute con il campionamento secondo il metodo IBE. Di solito in questa stazione del Po si utilizza il retino nel substrato limoso (piuttosto povero in taxa) e si effettuano catture manuali sui substrati sommersi (prevalentemente sassi della massicciata).
- Gli organismi più reofili, come *Heptagenia*, sono più facilmente rinvenibili nei substrati artificiali che vengono sospesi in corrente (seppur bassa) e non in prossimità della riva dove l'acqua è di solito più stagnante.
- I substrati artificiali sembrano invece penalizzare la presenza di quei taxa che prediligono agglomerati di detrito vegetale e piante acquatiche (odonati, molluschi, ...) che possono

comunque essere integrati in fase di monitoraggio di sorveglianza considerando la vegetazione che spesso ricopre il substrato.

6. Considerazioni finali

L'esperienza di applicazione del campionamento multihabitat proporzionale dei macroinvertebrati bentonici, seppur *breve e limitata ad un'unica idroecoregione (Pianura Padana)*, ha permesso di chiarire alcuni aspetti metodologici e sollevato alcuni problemi applicativi sulla cui base si possono esprimere alcune considerazioni.

- **La formazione degli operatori** attraverso l'organizzazione di appositi corsi, in presenza di personale esperto, ha rappresentato un passaggio fondamentale nel trasferimento delle corrette modalità di conduzione del campionamento, nella risoluzione di dubbi interpretativi o difficoltà applicative.
- **Il riconoscimento e la quantificazione dei microhabitat** non hanno presentato particolari difficoltà e i risultati degli interconfronti sono sempre risultati in buon accordo. Alcuni accorgimenti, come l'analisi separata dei campioni raccolti nei singoli microhabitat, hanno in qualche caso facilitato le operazioni di campo.
- **Il tempo totale** dedicato alle attività di campo è risultato pari a poco meno di 3 ore per una squadra-tipo composta da due operatori. *Lo smistamento e la stima delle abbondanze rappresenta la fase più dispendiosa in termini di tempo* e quindi quella su cui andrebbero maggiormente concentrati gli sforzi di ottimizzazione.
- Alcune prove di verifica delle **abbondanze stimate in campo** hanno fatto riscontrare risultati soddisfacenti, sia in termini di ripetibilità tra operatori diversi che tra repliche nello stesso tratto fluviale. Tuttavia *il conteggio degli organismi in campioni interamente fissati può evidenziare significative sottostime rispetto alle valutazioni di campo*. Queste possono essere molto accentuate per i taxa in cui sono dominanti le forme giovanili di dimensioni ridotte.
- Il raffronto dei dati ottenuti in siti campionati a distanza di pochi giorni (Adda) e di oltre due mesi (Ticino) può rendere una prima grossolana immagine della **variabilità tra comunità** entro lo stesso sito e tra sito-stagione. Tuttavia, non disponendo di dati di comunità di riferimento e di un sistema di valutazione definitivo, *non è possibile stabilire l'effetto di tali variazioni sulla classificazione finale dei siti*.
- Riguardo il problema delle **determinazioni tassonomiche**, è emersa la necessità di: (a) definire una lista tassonomica degli organismi macrobentonici aggiornata, univoca e condivisa; (b) definire il numero minimo di organismi da riportare in laboratorio per le necessarie verifiche; (c) adottare sistemi di verifica della correttezza delle determinazioni tassonomiche.
- Prove di **confronto con il metodo IBE** mostrano che l'efficienza di cattura dei taxa non sembra dipendere dal metodo di campionamento adottato né dal mesohabitat campionato. Dove è stato possibile giungere alla classificazione del sito (piccoli corsi d'acqua planiziali), il giudizio ottenuto con lo STAR-ICMi in 5 casi concorda con quello dell'IBE, mentre in 3 casi è peggiore (da buono a sufficiente).
- L'impiego di **substrati artificiali** nei fiumi non guadabili, pur di fronte a possibili difficoltà pratiche di individuazione delle stazioni e perdita delle unità di campionamento, ha conseguito risultati incoraggianti.

Tabelle e Figure

Tabella I – Elenco dei corsi d’acqua su cui è stato eseguito il campionamento multihabitat proporzionale, relativi numeri di stazioni e campionamenti, province interessate e mesohabitat campionato. Tutti i corsi d’acqua appartengono alla idroecoregione Pianura Padana (superficie campionata: 0,5 m²).

Corso d’acqua	Numero stazioni	Numero campionamenti	Provincia	Mesohabitat (monitoraggio operativo)
Fiume Adda	3	4	MI, CR, LO	Pool
Fiume Seveso	6	12	MB, CO	Pool
Fiume Ticino	1	2	MI	Pool
Fiume Lambro	1	2	MB	Pool
Fiume Oglio	1	2	CR	Pool
Fiume Serio	1	1	CR	Pool
Torrente Lura	1	1	CO	Pool
Rio Tormo	2	5	CR, LO	Generico
Roggia Ticinello	1	1	MI	Generico
Roggia Rabica	1	1	MI	Generico
Roggia Pratomaggiore	1	1	MI	Generico
<i>Totale</i>	<i>19</i>	<i>32</i>		

Tabella II – Tempi medi, minimi e massimi (espressi in ore per squadra-tipo composta da 2 operatori) per le diverse fasi di campo e relative percentuali rispetto al tempo totale (n=22).

	Media	Minimo	Massimo
Fase 1: Riconoscimento microhabitat e campionamento	0,4	0,2	0,6
Fase 2: Smistamento e stima delle abbondanze	2,4	0,8	4,8
Totale (Fase 1 + Fase 2)	2,8	1,1	5,3
% Fase 1 sul totale	16,5	7,1	30,8
% Fase 2 sul totale	83,5	69,2	92,9

Tabella III – Elenchi faunistici e relative abbondanze ottenuti dagli stessi operatori in due campionamenti multihabitat proporzionali in un tratto omogeneo del fiume Adda (Rivolta d’Adda) a pochi giorni uno dall’altro.

Gruppo	Famiglia, genere o gruppo	27/08/2008	03/09/2008
PLECOTTERI	<i>Leuctra</i>	3	4
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	1285	1265
	<i>Caenis</i>	127	112
	<i>Ephemerella</i>	19	23
	<i>Ecdyonurus</i>	30	29
TRICOTTERI	Hydroptilidae	2	2
	Hydropsychidae	178	144
	Leptoceridae	3	1
	Psychomyidae	26	59
	Rhyacophilidae	19	10
COLEOTTERI	Elmidae	6	13
ODONATI	<i>Oncogomphus</i>	2	1
DITTERI	Chironomidae	175	129
	Limoniidae	2	-
	Simuliidae	25	14
ETEROTTERI	Aphelocheiridae	2	9
	Corixidae	6	7
CROSTACEI	Gammaridae	38	49
GASTEROPODI	Acroloxidae	1	2
	Ancylidae	1	-
	Hydrobiidae	2	5
TROCLADI	<i>Dugesia</i>	2	-
IRUDINEI	<i>Erpobdella</i>	4	3
OLIGOCHETI	Lumbricidae	2	10
	Naididae	5	8
	Tubificidae	3	2

Tabella IV – Elenchi faunistici e relative abbondanze ottenuti dagli stessi operatori in due campionamenti multihabitat proporzionali in un tratto omogeneo del fiume Ticino (Boffalora Sopra Ticino) a più di due mesi uno dall'altro.

Gruppo	Famiglia, genere o gruppo	05/12/07	14/02/08
PLECOTTERI	<i>Perlodes</i>	2	-
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	12	90
	<i>Caenis</i>	8	21
	<i>Ephemerella</i>	1	37
	<i>Ephemera</i>	-	1
	<i>Ecdyonurus</i>	22	20
TRICOTTERI	Hydropsychidae	206	531
	Hydroptilidae	12	2
	Lepidostomatidae	39	4
	Leptoceridae	18	1
	Psychomyidae	46	219
	Rhyacophilidae	2	9
COLEOTTERI	Dryopidae	2	-
	Elmidae	4	4
	Hydrophilidae	1	-
ODONATI	<i>Onycogomphus</i>	1	7
DITTERI	Ceratopogonidae	1	-
	Chironomidae	76	323
	Limoniidae	3	1
	Simuliidae	-	2
	Tabanidae	-	1
	Tipulidae	9	-
CROSTACEI	Gammaridae	16	305
	Ostracoda	1	-
GASTEROPODI	Ancylidae	1	2
	Lymnaeidae	1	12
	Physidae	50	1
	Planorbidae	2	-
	Valvatidae	2	-
BIVALVI	Corbiculidae	2	27
TRICLADI	<i>Dendrocoelum</i>	1	-
	<i>Dugesia</i>	9	23
OLIGOCHETI	Lumbricidae	77	20
	Naididae	8	8
NEMERTINI	<i>Prostoma</i>	14	7
NEMATODI	Mermithidae	-	1
ACARI	Hydachnidia	32	54
GORDIIDAE	Gordiidae	-	1

Tabella V – Limiti tra le classi di giudizio in base al metodo di classificazione STAR-ICM index per i piccoli corsi d'acqua di pianura (dati forniti da IRSA-CNR al corso di formazione di ARPA Lombardia).

Elevato: >0,96	Buono: 0,72-0,96	Sufficiente: <0,72
----------------	------------------	--------------------

Tabella VI – Valori di STAR-ICMi e IBE e relativi giudizi ottenuti in 8 stazioni su corsi d'acqua planiziali di piccole dimensioni campionati nel corso del 2008.

Ambiente	Stazione	STAR-ICMi	Giudizio ICMi	IBE	Giudizio IBE	Data ICM	Data IBE
Tormo	Palazzo Pignano	0,40	Sufficiente	8	Buono	03/03/08	12/03/08
Tormo	Palazzo Pignano	0,66	Sufficiente	7	Sufficiente	07/05/08	07/05/08
Tormo	Palazzo Pignano	0,83	Buono	8	Buono	08/09/08	08/09/08
Tormo	Crespiatica	0,69	Sufficiente	8	Buono	09/07/08	02/07/08
Tormo	Crespiatica	0,77	Buono	9	Buono	15/10/08	08/09/08
Ticinello	Abbiategrasso	0,71	Sufficiente-Buono	9/8	Buono	11/02/08	11/02/08
Rabica	Morimondo	0,82	Buono	8	Buono	30/06/08	13/06/08
Pratomaggiore	Magenta	0,85	Buono	8	Buono	01/02/08	15/05/08

Tabella VII – Elenco e abbondanze dei taxa rinvenuti su substrati artificiali esposti per 2 mesi nel fiume Po a Cremona. Nell’ultima riga: taxa totali catturati con il metodo IBE lo stesso giorno del recupero dei substrati artificiali.

Gruppo	Famiglia o Genere	24/09/2008		26/11/2008
		Replica 1	Replica 2	Replica 1
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	13	11	86
	<i>Caenis</i>	-	-	7
	<i>Ephemerella</i>	-	-	4
	<i>Heptagenia</i>	28	28	46
TRICOTTERI	Hydropsychidae	796	650	426
	Psychomyidae	-	-	10
ODONATI	<i>Calopteryx</i>	-	-	1
	<i>Onycogomphus</i>	-	-	1
DITTERI	Chironomidae	23	12	46
	Simuliidae	8	9	92
CROSTACEI	Gammaridae	76	21	256
TRICLADI	<i>Dugesia</i>	2	-	
IRUDINEI	<i>Erpobdella</i>	-	-	2
	<i>Helobdella</i>	-	-	1
	Abbondanza	946	731	978
	Taxa totali	7	6	13
	Taxa totali IBE	10		13

Figura 1 – Esempi di distribuzione nei microhabitat degli individui appartenenti a 4 famiglie di macroinvertebrati (roggia Rabica; SAB: sabbia; SO: macrofite sommerse; FP: FPOM; CP: CPOM).

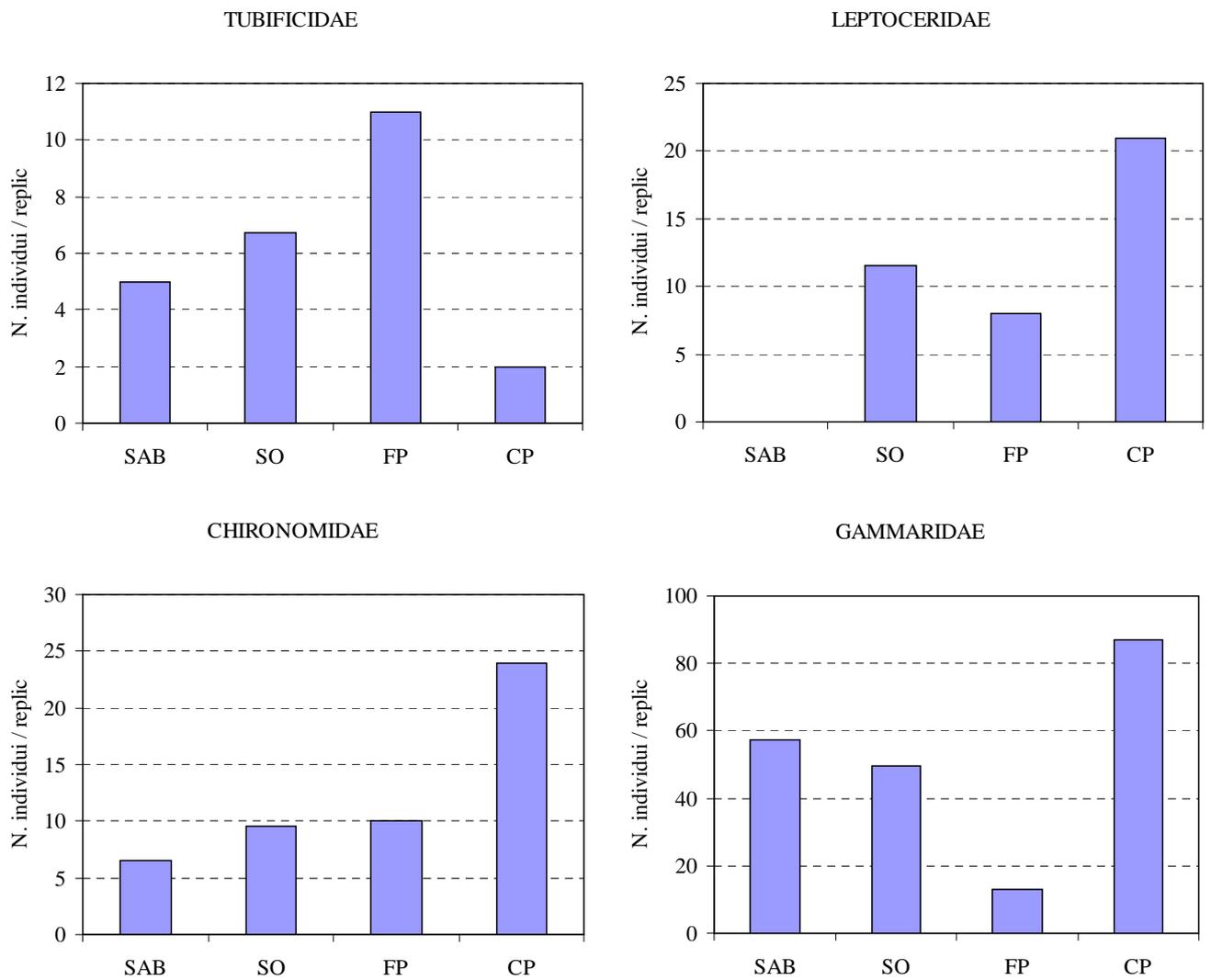


Figura 2 – Relazione tra il tempo dedicato allo smistamento e alla stima delle abbondanze (minuti per squadra-tipo) e numero di taxa presenti nel campione ($r=0,87$; $p<0,000$; $n=22$).

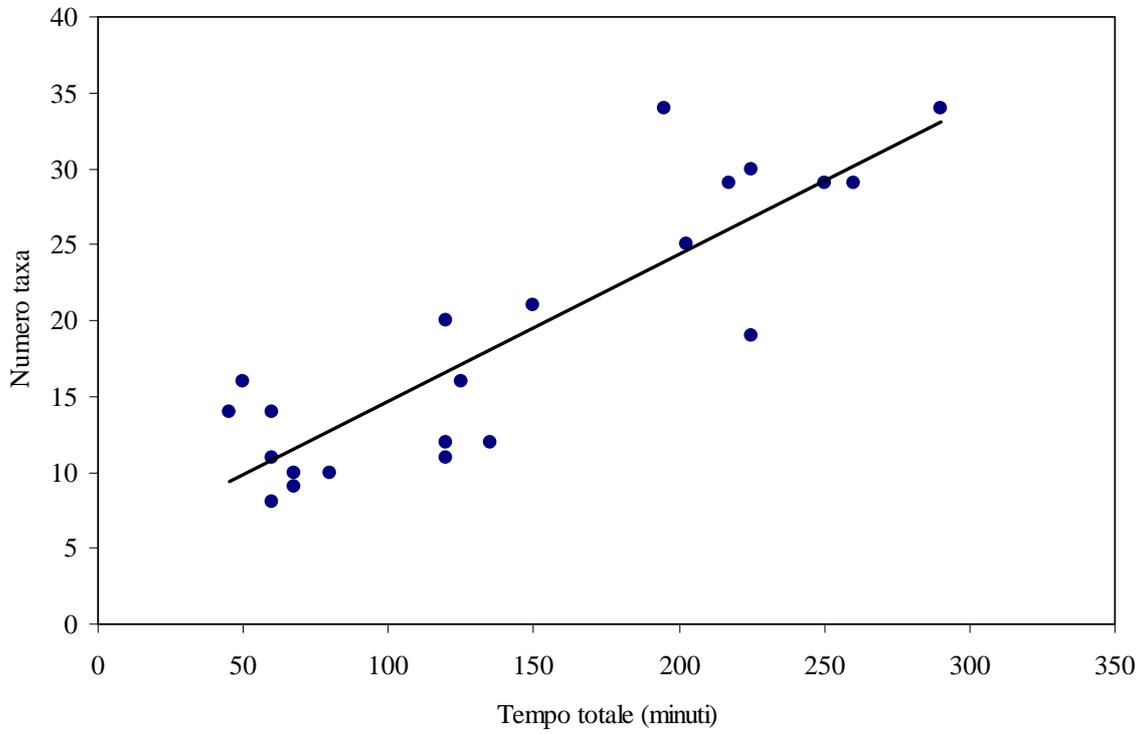


Figura 3 – Differenza tra il numero di individui stimati in campo ed il numero di individui ricalcolati in base all’esame dell’intero campione fissato in etanolo (roggia Rabica). Taxa stimati con abbondanza inferiore ai 10 individui.

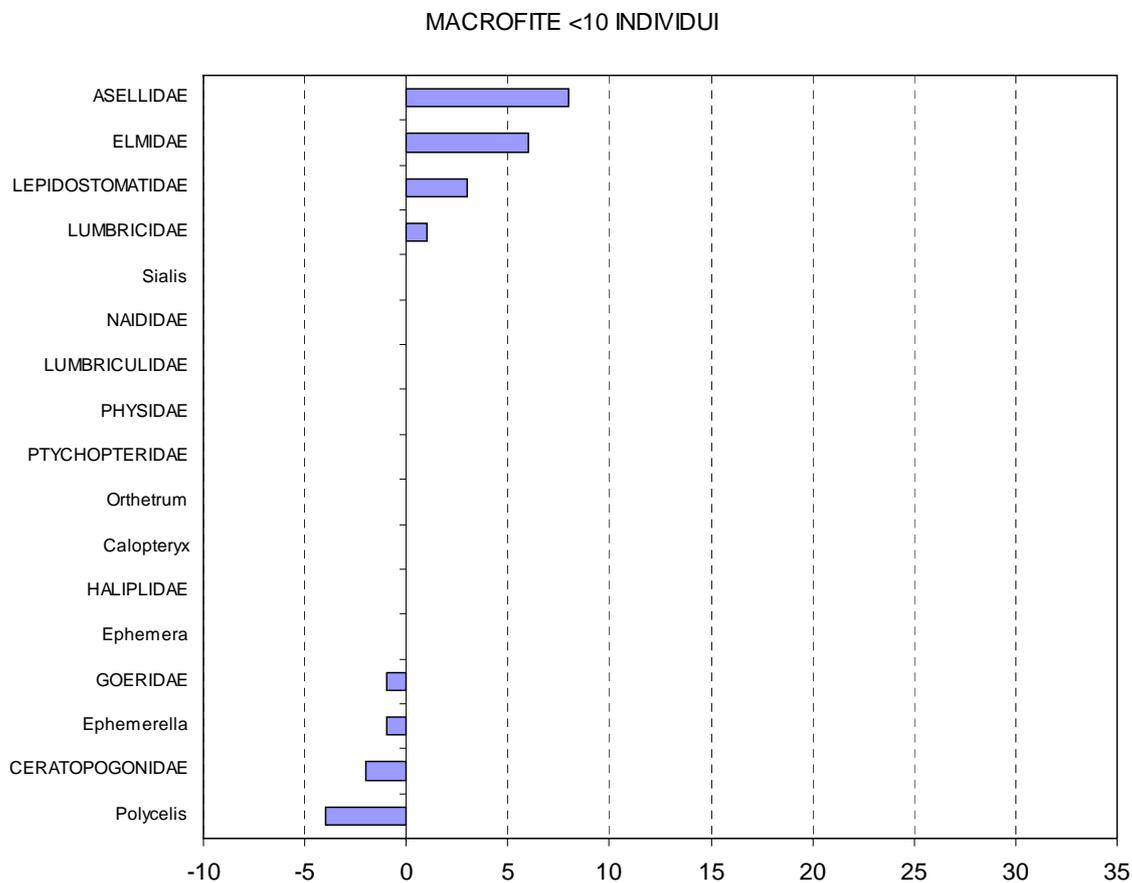
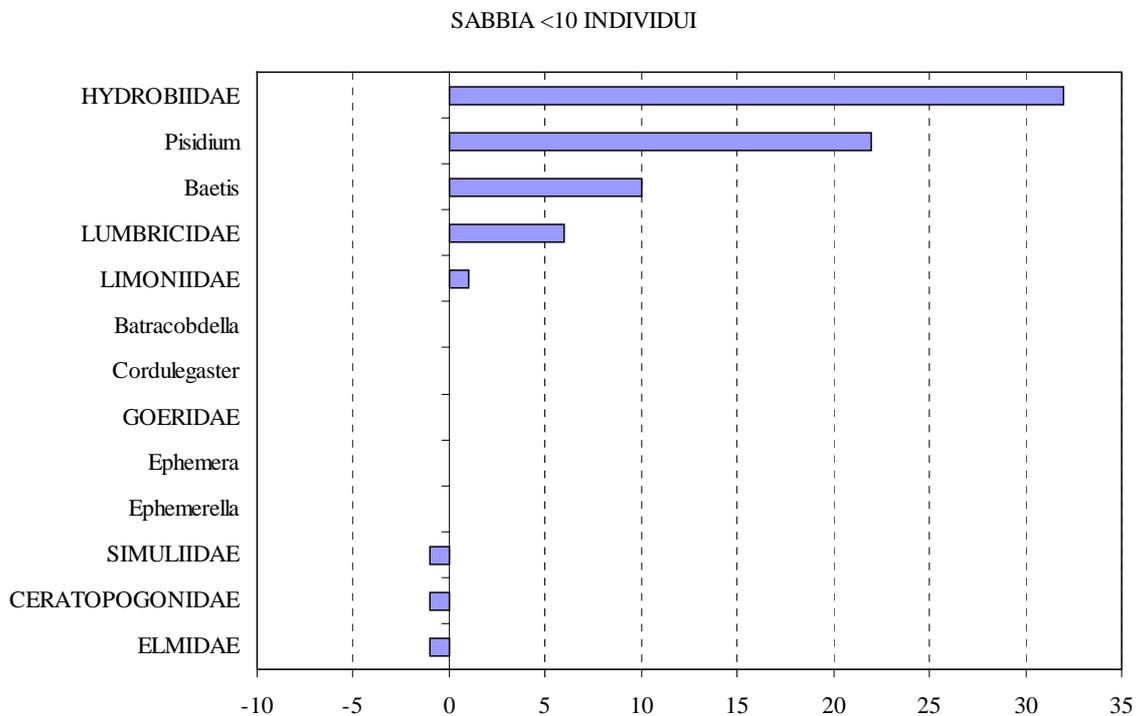


Figura 4 – Differenza tra il numero di individui stimati in campo ed il numero di individui ricalcolati in base all’esame dell’intero campione fissato in etanolo (roggia Rabica). Taxa stimati con abbondanza superiore ai 10 individui (tra parentesi il numero di individui stimato in campo).

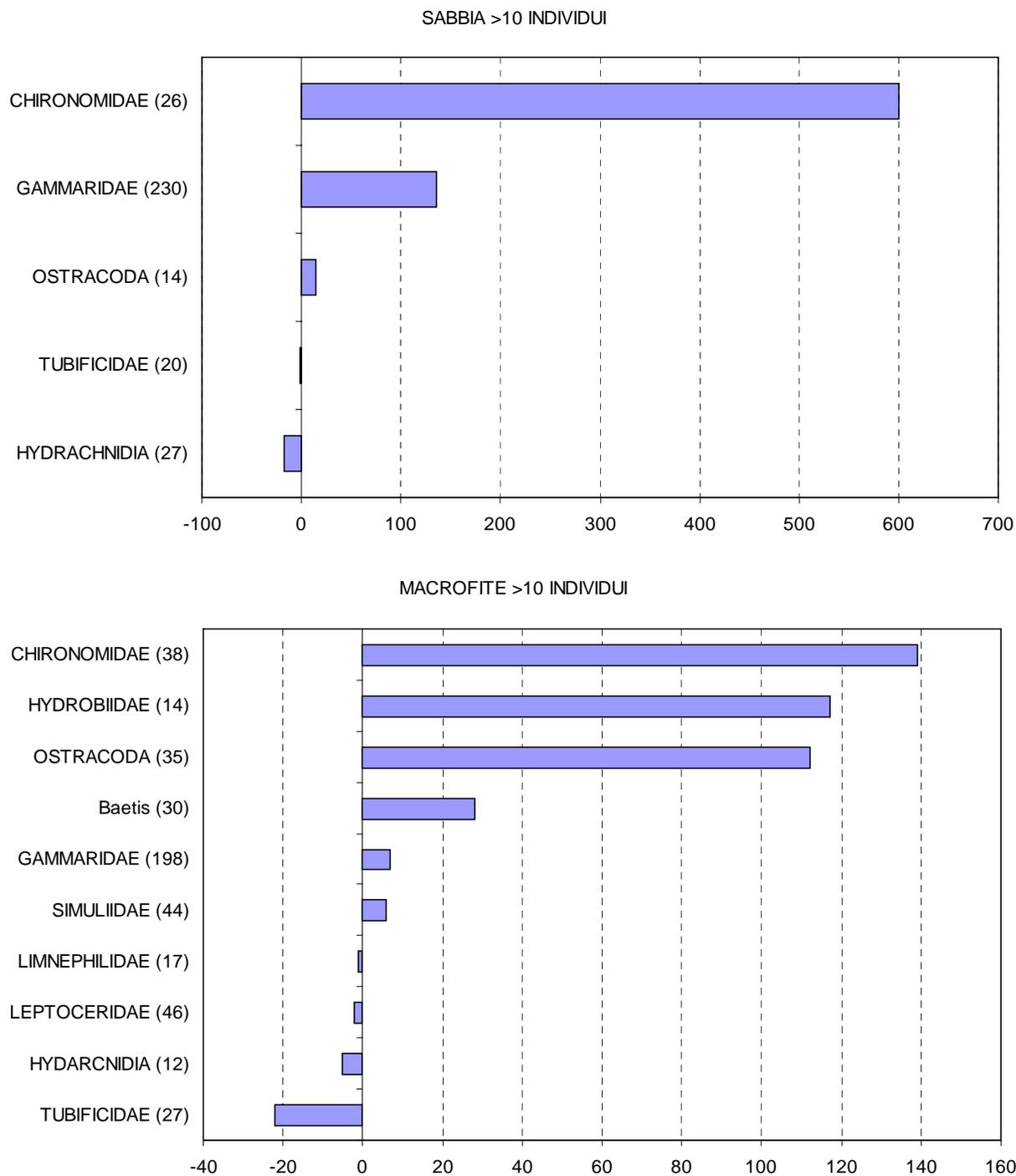


Figura 5 – Confronto tra i numeri di individui (solo taxa superiori a 10 individui) stimati indipendentemente da 2 operatori su campioni equamente suddivisi (metodo approssimativo).
Sopra: fiume Lambro; sotto: roggia Ticinello. La linea indica la perfetta concordanza teorica.

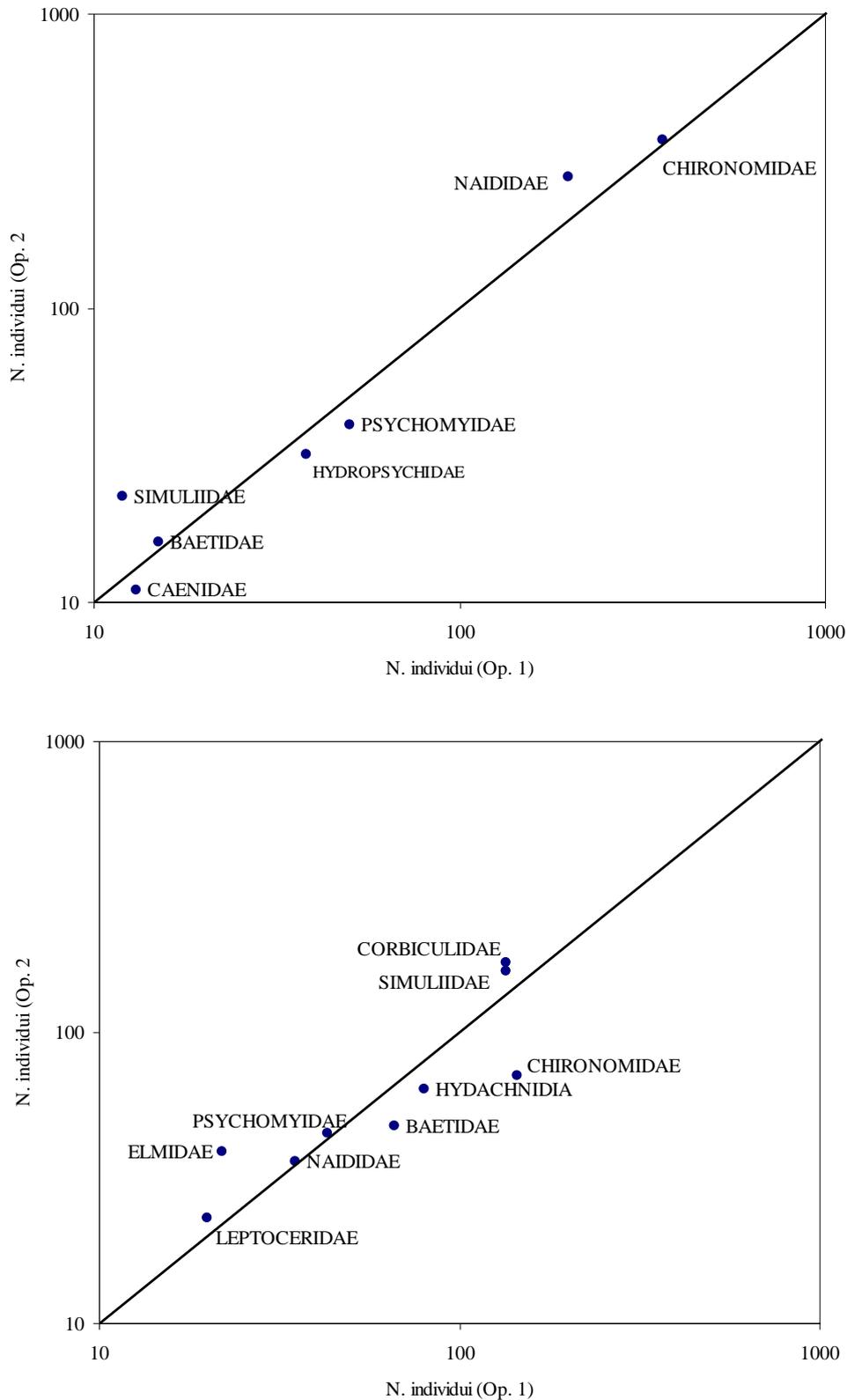


Figura 6 – Confronto tra il numero di individui stimati indipendentemente da 2 operatori sulle stesse repliche (vaschette) per taxa molto abbondanti. Caso di stime effettuate in 2 vaschetta consecutive e relativa somma (fiume Seveso).

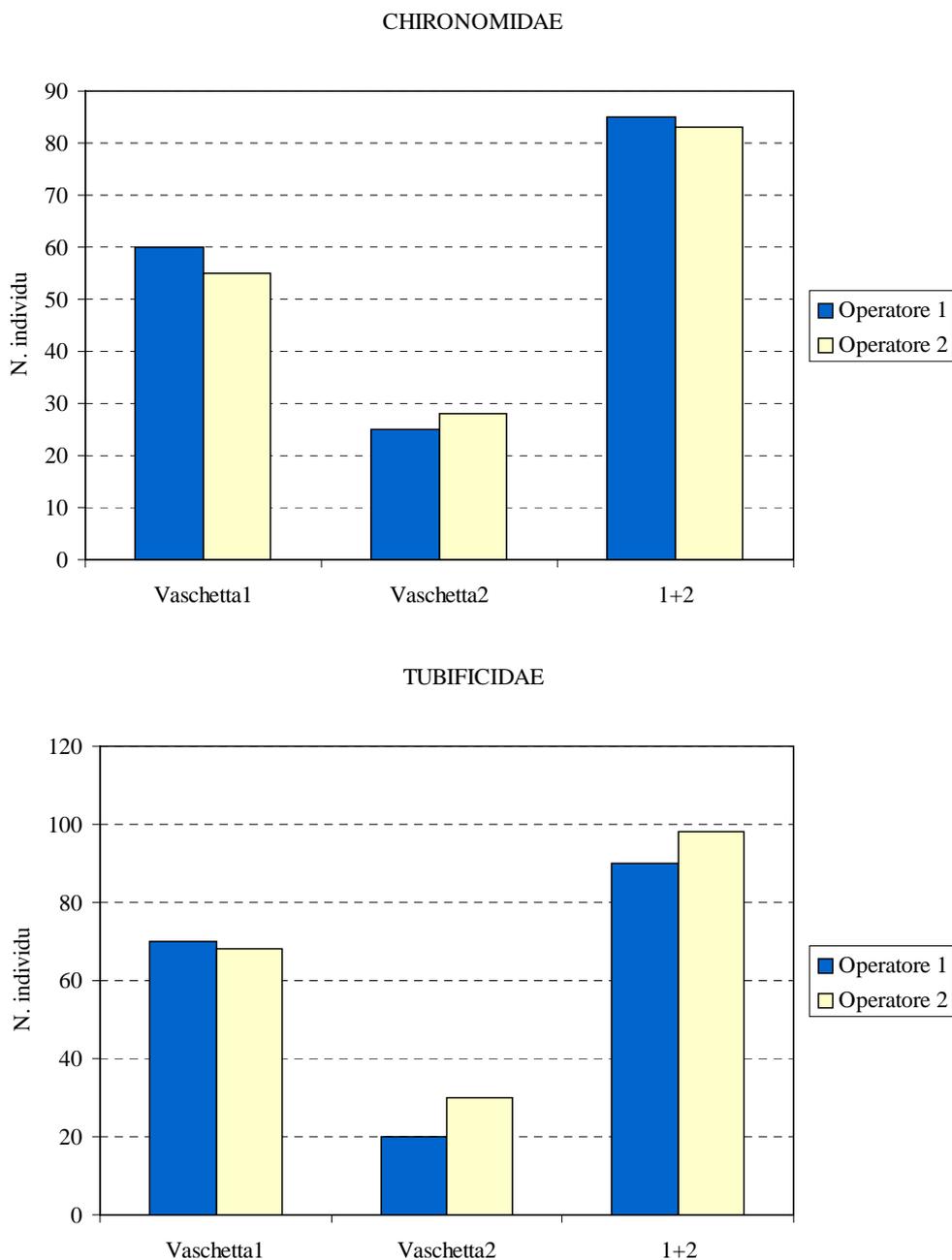


Figura 7 – Confronto tra il numero di taxa totali catturati con il metodo multihabitat proporzionale (MH) ed il metodo IBE in 23 stazioni nello stesso giorno o comunque entro pochi giorni dal primo campionamento. P: *pool*; G: generico. La linea indica la perfetta concordanza teorica.

