

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO
FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

Elaborato Finale di Laurea in Scienze Biologiche
Classe di laurea N.12

Curriculum Ecologico-Zoologico

Utilizzo del metodo STAR ICMi nel monitoraggio dei corpi idrici superficiali
in Valle D'Aosta

Candidato:
Simona Prencipe

Tutore interno:
Prof.ssa Francesca Bona

Tutore esterno:
Dott. Gianluigi Rossi

Anno Accademico 2008-2009

Ringrazio tutto il personale della Sezione Biologia Ambientale e Conservazione della Natura dell'ENEA di Saluggia (VC) per l'impegno con cui mi hanno seguita e per aver messo a disposizione tutte le loro risorse per lo svolgimento di questo lavoro, in particolare il Dott. Gianluigi Rossi, mio tutor e paziente insegnante, e le Dott.sse Claudia Rossato, Daniela Spada, Maria Rita Minciardi.

Desidero ringraziare l'ARPA Valle D'Aosta per i dati forniti e per la preziosa collaborazione in campo.

Sono riconoscente inoltre alla Prof.ssa Francesca Bona per la fiducia affidatami e per il sostegno.

Un ringraziamento speciale va a Luca per il sostegno, l'infinita pazienza e per aver creduto in me forse più di quanto non ci credessi io stessa.

Ultimi ma non per importanza, ringrazio mia mamma e i miei nonni senza i quali tutto questo non sarebbe stato possibile, e che hanno sempre creduto in me e nei miei obiettivi, grazie mille.

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. OBIETTIVI DELLA RICERCA	9
3. AREA DI STUDIO	
3.1. Stazioni di campionamento	10
4. MATERIALI E METODI	19
4.1 Metodo multihabitat proporzionale	19
4.1.1. Campionamento con Rete Surber	19
4.1.2. Analisi preliminari	20
4.1.3. Procedura di campionamento	21
4.1.4. Separazione e conservazione dei campioni	21
4.1.5. Identificazione	22
4.2. L'indice STAR ICMi	23
4.3. L'indice IBE	25
4.4. L'indice IBMWP	27
4.5. L'indice IASPT	29
5. RIULTATI	30
6. DISCUSSIONE	33
7. CONCLUSIONI	36
8. BIBLIOGRAFIA	38
9. ALLEGATI	42
1. Schede IBE	43
2. Schede IBMWP	53
3. Schede STAR-ICMi	62

1. INTRODUZIONE

Gli ambienti d'acque correnti sono condizionati dalle masse d'acqua che fluiscono ininterrottamente verso il basso, scegliendo la direzione lungo la quale incontrano minor resistenza (Ghetti, 1997).

Ne consegue che la formazione di ambienti fisici differenti in un corso d'acqua dipende dall'energia della corrente, che determinando l'attitudine del fiume a erodere o depositare, influisce sulla morfologia dell'alveo, sulla composizione granulometrica del sedimento e sul tipo di biocenosi che colonizza il fondo. Perciò sia in senso trasversale, da una sponda all'altra, sia in senso longitudinale, da monte a valle, al variare della pendenza e della profondità dell'alveo si possono riscontrare ambienti differenti, zone a corrente rapida (facies lotica) alternate a zone a corrente lenta (facies lentic), (Rossato, 2000; Rossato & Rossi, 2005).

In un corso d'acqua possiamo distinguere, differentemente da laghi, stagni e bacini artificiali, distinti gradienti:

- a. Il primo interessa la diversità ambientale che si ha dal limite esterno della fascia riparia all'ambito interessato dal flusso idrico (alveo bagnato);
- b. Il secondo riguarda le caratteristiche del corso d'acqua lungo il suo corso, che possono essere schematicamente individuati nella successione da: Crenon a Rhitron a Potamon (ruscello, torrente, fiume pedemontano, fiume di pianura);
- c. Il terzo interessa la profondità delle acque dalla superficie sino al substrato;
- d. Il quarto gradiente riguarda il tempo, nel corso del quale avvengono le trasformazioni del sistema.

L'ecosistema fluviale è quindi caratterizzato dalla presenza di una sorta di nastro d'acqua corrente lungo e variamente sinuoso (Badino, 1991). Tra i parametri ambientali che possono essere utilizzati per descrivere un corso d'acqua possono essere ricordati (Ghetti, 1997) :

1. Pendenza dell'alveo: espressa in percentuale e dipende dalla natura dei terreni, essa tende a diminuire spostandosi da monte verso valle;
2. Portata: volume dell'acqua che scorre nell'unità di tempo attraverso una sezione del corso d'acqua, esprimibile in m^3/s , che dipende dall'estensione e dal clima del bacino imbrifero, essa tende ad aumentare andando verso valle;

3. Velocità di corrente: dipende dalla portata e dalla pendenza dell'alveo, è esprimibile in cm/s, e influenza non solo la tipologia di substrato ma anche la modalità di circolazione dei nutrienti, il processo di ossigenazione delle acque e il tipo di vegetazione;
4. Turbolenza: insieme alla velocità di corrente determina la distribuzione degli organismi acquatici, sia direttamente (per le diverse esigenze ecologiche delle specie) che indirettamente (attraverso la suddivisione selettiva dei sedimenti); da essa dipende la diffusione dell'ossigeno nella massa d'acqua;
5. Larghezza dell'alveo: dipende dalla portata e dalla pendenza, espressa in metri;
6. Profondità: dipende dalla portata e dalla pendenza, e in combinazione con la torbidità influisce direttamente sulla distribuzione degli organismi, sulla possibilità di utilizzazione della luce da parte di organismi fotosintetici, in quanto agisce sulla temperatura dell'acqua e sulla stratificazione dei depositi di fondo;
7. Torbidità: effetto del trasporto di materiale in sospensione dal territorio circostante al corso d'acqua, può costituire un significativo fattore limitante per le comunità acquatiche;
8. Temperatura: dipende dal clima del bacino che alimenta il corso d'acqua e varia sia stagionalmente sia, anche se in modo minore, fra giorno e notte. Influenza in modo diretto la distribuzione degli organismi in relazione allo spettro di tolleranza termica di ciascuno, e in modo indiretto sulla solubilità dell'ossigeno;
9. Parametri chimici delle acque: quali ossigeno disciolto, pH, sali, altre sostanze di origine naturale o antropica. In generale ad esempio, la concentrazione di sostanza organica tende ad aumentare da monte a valle, determinando un incremento del grado di trofia.

L'azione combinata di questi fattori determina la costruzione di un mosaico di microhabitat che ospita popolazioni vegetali e animali differenti, adattate, non solo dal punto di vista morfologico, ma anche fisiologico e comportamentale, che colonizzano ogni zona e ogni microhabitat del corso d'acqua. Ciascuno di essi è utilizzato da comunità caratteristiche.

Risulta evidente come una qualsiasi forma di alterazione o di inquinamento si ripercuota sulla struttura delle biocenosi dell'ecosistema fiume. Per questo motivo gli organismi in quanto influenzati dalle condizioni dell'ambiente in cui vivono, possono essere impiegati come indicatori biologici nello studio della qualità delle acque correnti, se hanno una sensibilità tale da fornire risposte ben evidenti alle alterazioni ambientali, se sono dotati di scarsa mobilità, e se sono esposti all'ambiente per un arco di tempo sufficiente perché possano subire gli effetti di un eventuale stress (Bielli et al., 1999).

Il concetto di indicatore è sintetizzato da Johnson (1996) come un organismo che fornisce indicazioni sullo stato dell'ecosistema, rispondendo ad alterazioni dell'habitat con variazioni del suo stato naturale a livello di comunità, popolazione o a livello genetico.

La comunità degli invertebrati macrobentonici, ossia organismi la cui taglia è raramente inferiore al millimetro, facilmente visibili ad occhio nudo, è molto utilizzata come bioindicatrice nello studio della qualità delle acque correnti. Gli invertebrati che vivono in queste acque, trascorrono almeno una parte della loro vita nell'ambiente acquatico, e possono essere suddivisi in: invertebrati epibentonici, (che vivono alla superficie o nei primissimi centimetri del substrato), e in invertebrati freaticoli (che vivono all'interno dei sedimenti, soprattutto nei tratti ciottolosi). Il macrobenthos è costituito principalmente da organismi che appartengono ai gruppi degli Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Tricladi, Oligocheti e altri gruppi più rari come Nemertini e Nematomorfi. Più raramente vengono campionati animali planctonici come Cladoceri, Copepodi, Ostracodi trasportati da zone di acque ferme laterali o da laghi. Grazie ai cicli vitali relativamente lunghi e alla scarsa mobilità, gli organismi macrobentonici subiscono gli effetti delle alterazioni ambientali, non essendo in grado di evitarle. La loro distribuzione lungo tutto il corso d'acqua, essendo in grado di colonizzare ogni tipo di substrato, e il fatto che presentino differenti sensibilità all'inquinamento, fa sì che la comunità campionata rifletta la "qualità ecologica" dell'alveo bagnato e, indirettamente, la "qualità chimico-fisica" delle acque e dei sedimenti, consentendo la formulazione di ipotesi sulle possibili cause di turbativa, pur non permettendo nello specifico di attribuire quali esse siano.

I primi metodi biologici di classificazione della qualità delle acque correnti basati sullo studio in campo di comunità indicatrici risalgono all'inizio del '900. Nel corso della seconda metà del secolo, in seguito al progressivo deterioramento delle condizioni dell'ambiente, è emersa la necessità di effettuare controlli organizzati: nasce il monitoraggio ambientale; sono state messe a punto delle scale di valori indice, cioè valori numerici che, mediante una rappresentazione funzionale o integrata di uno o più indicatori, esprimono lo stato della qualità delle acque (Forneris et al, 1997).

I metodi di bioindicazione basati sulla componente macrobentonica, utilizzati in Europa, possono essere raggruppati in 3 principali tipologie: indici saprobici, indici di diversità, indici biotici (Minciardi & Rossi, 2001).

Gli indici saprobici derivano da successive elaborazioni del "Saprobien System" (Kolkwitz & Marsson, 1902; 1908; 1909), utilizzati soprattutto nell'Europa centro orientale: basandosi sulla presenza di specie indicatrici di cui sono noti il livello di tolleranza e l'autoecologia, permettono di esprimere un giudizio sintetico sul grado di inquinamento

prodotto da sostanze organiche metabolizzabili. Indici di questo tipo sono stati ufficialmente utilizzati in Germania (DIN 1990), ma anche Olanda, Russia, negli altri paesi dell'ex Unione Sovietica, in Europa Orientale. Si tratta di indici che richiedono un'ottima competenza sistematica dell'operatore, data la necessità di determinare gli organismi alla specie.

Gli indici di diversità studiano la struttura e la dinamica delle comunità di macroinvertebrati, in particolare la ricchezza in specie e la ripartizione degli individui nelle singole specie (evenness), e richiede un campionamento di tipo quantitativo. Questa tipologia d'indice è utilizzata presupponendo che i fenomeni di perturbamento determinino una diminuzione di tali parametri. Questi metodi sono largamente utilizzati in USA, ma non sono applicati in Europa per la scarsa confrontabilità dei dati tra siti diversi, e perché la diversità può variare in funzione dal metodo di campionamento, della stagionalità, del livello di determinazione anche in assenza di inquinamento (De Pauw & Hawkes, 1993). Tra gli indici di diversità il più utilizzato è l'indice di Shannon (Rossaro, 1993).

Gli indici biotici prendono in considerazione sia il numero totale di taxa campionati, che la loro sensibilità all'inquinamento. A elevati valori di indice corrispondono comunità ben diversificate oppure comunità costituite da un minor numero di unità sistematiche ma più sensibili.

Il primo indice biotico è stato il Trent Biotic Index, TBI (Woodiwiss, 1964) successivamente generalizzato come Extended Biotic Index EBI (Woodiwiss, 1978). Da questo indice sono stati successivamente elaborati numerosi metodi adattati alle diverse realtà nazionali, in particolare in Italia l'adattamento ai corsi d'acqua italiani dell'EBI ha preso il nome di IBE (Ghetti & Bonazzi, 1981; Ghetti, 1986; 1995, 1997; APAT & IRSA-CNR, 2003) individuato come riferimento normativo per la definizione dello stato di qualità biologica delle acque superficiali (D.Lgs. 152/99).

La Direttiva Quadro sulle Acque (detta anche Water Framework Directive, WFD), 2000/60/CE, recepita nella normativa italiana con il D.Lgs. 152/06 e le sue successive modifiche, ha fortemente modificato il quadro legislativo di riferimento per le politiche di tutela e di uso sostenibile delle risorse idriche. Lo scopo della norma è istituire un quadro condiviso a livello europeo per l'attuazione di una politica sostenibile a lungo termine di uso e di protezione per tutte le acque interne, per le acque di transizione e per le acque marino costiere.

La Direttiva ha come obiettivo principale per tutte le tipologie di corpi idrici naturali, il raggiungimento dello stato ecologico buono entro il 2015. In tale approccio è di fondamentale importanza il processo di identificazione e classificazione dello stato

ecologico dei corsi d'acqua per effettivo confronto con le "condizioni di riferimento", definite per ciascuna "tipologia fluviale".

Un sito di riferimento è un tratto di corso d'acqua caratterizzato da assenza di pressioni antropiche e che di conseguenza presenta condizioni ambientali il più possibile inalterate. L'analisi delle comunità presenti in tali siti permette di definire le comunità attese nei corpi idrici di analoga tipologia (condizioni di riferimento). Il giudizio di qualità può di quindi essere espresso come rapporto tra il valore "osservato" e quello rilevato nei siti di riferimento" (Ecological Quality Ratio, EQR).

Il processo di tipizzazione a scala nazionale è stato effettuato a partire da un approccio di regionalizzazione, con la suddivisione del territorio italiano in 21 idroecoregioni (Wasson et al., 2006; Erba et al., 2007). La successiva suddivisione (tipizzazione di secondo livello) è stata effettuata sulla base di: perennità e persistenza del corso d'acqua, origine, morfologia dell'alveo, distanza dalla sorgente/dimensione del bacino, influenza del bacino a monte (Buffagni et al., 2006).

In merito alle comunità bentoniche fluviali, il recepimento della Direttiva Europea ha imposto l'elaborazione di una nuova metodica di valutazione (STAR-ICMi): è richiesta infatti la valutazione dell'alterazione della comunità osservata rispetto a quella attesa in siti privi di impatti antropici (comunità di riferimento), attraverso l'utilizzo di metriche relative alla ricchezza in specie, alla diversità, al rapporto tra taxa sensibili e tolleranti e all'abbondanza dei taxa, standardizzando i valori rispetto ad una superficie di campionamento definita (Buffagni & Erba, 2007; Buffagni et al., 2008).

L'avvio delle nuove modalità di monitoraggio è stato estremamente complesso e solo nel 2010 l'utilizzo della metodica STAR è diventata comune sull'interno territorio nazionale, mentre sono ancora in via di approvazione gli strumenti normativi e regolamentari necessari per la classificazione dei corpi idrici ai sensi della WFD.

2. OBIETTIVI DELLA RICERCA

Il presente lavoro s'inserisce in un più ampio progetto di ricerca condotto dalla Sezione di Biologia Ambientale e Conservazione della Natura dell'ENEA in collaborazione con l'ARPA Valle d'Aosta, riguardante la sperimentazione di metodiche di monitoraggio e applicazione dei nuovi indici biologici (macrofitici, macrobentonici, diatomici) conformi alla direttiva 2000/60/CE. Nell'ambito della ricerca sono stati effettuati studi preliminari sul territorio necessari alla tipizzazione, individuando: le tipologie fluviali presenti e la loro distribuzione, quindi attraverso l'analisi delle pressioni antropiche, sono stati individuati i corpi idrici. Sulla base di tale analisi sono stati infine individuati una serie di potenziali siti di riferimento, e altri siti oggetto di analisi delle comunità.

L'obiettivo specifico della presente ricerca è la valutazione della qualità delle acque nel territorio valdostano nel corso della stagione estiva, applicando la nuova metodica di campionamento multihabitat proporzionale (Buffagni & Erba, 2007) e l'indice STAR-ICMi (Buffagni et al, 2008) secondo quanto previsto dalle procedure in via di definizione per l'implementazione in Italia della Direttiva WFD. Altro obiettivo è il confronto dei valori ottenuti con la nuova metodica, con i risultati dell'applicazione di altri indici macrobentonici di uso comune in Europa: IBE (Ghetti, 1997), IBMWP (Alba-Tercedor et al., 2002), IASPT (Alba-Tercedor et al., 2002). Infine, l'analisi dell'insieme dei dati ottenuti può permettere di effettuare una prima analisi critica della applicabilità della metodica STAR-ICMi in ambiente alpino.

A tale scopo sono state scelte 8 stazioni, appartenenti alle tipologie fluviali presenti sul territorio, che comprendono potenziali siti di riferimento; in tali siti sono stati condotti campionamenti con retino immanicato e con rete Surber nell'estate 2009.

3. AREA DI STUDIO

3.1. Stazioni di campionamento

Secondo studi preliminari del territorio, su carta e in campo, effettuati da ARPA Valle D'Aosta in collaborazione con ENEA, sono stati definiti i corpi idrici e la localizzazione delle stazioni di campionamento in relazione allo studio delle pressioni diffuse (uso del suolo), delle pressioni puntuali (bilancio idrico, scarichi civili e produttivi, depuratori, scarichi industriali, fosse imohf), alle modificazioni morfologiche, alla presenza di aree protette, alla qualità delle acque, all'analisi del rischio. Ovviamente i punti sono stati scelti anche in relazione all'effettiva possibilità di effettuare i campionamenti.

Per la realizzazione del presente studio sono presi in considerazione 8 stazioni di campionamento, tutti possibili siti di riferimento, di cui: 4 in corpi idrici di origine da scorrimento superficiale (Dora di Valgrisenche, Dora di Rhêmes, Buthier d' Ollomont, Lys), i restanti 4 di origine glaciale (Petit Monde, Ayasse, St. Barthélemy, Chalamy). Si tratta in tutti i casi di aste secondarie appartenenti al bacino della Dora Baltea.

In tabella 1 e 2 sono riportati: il corpo idrico, il bilancio idrico, l'uso del suolo, e le coordinate geografiche del sito.

Sito	Codice	Bil idrico	Uso suolo	Coordinate x	Coordinate y
Petit monde	01SS1N	0	1	388700,0000	5078515,0000
Ayasse	01SS2N	1	1	/	/
St.Barthélemy	01SS2N	0	4	385083,6797	5073798,684
Chalamy	01SS2N	0	1	391416,0000	5059602,0000

Tabella 1 - Tipologie fluviali con origine da scorrimento superficiale

Sito	Codice	Bil idrico	Uso suolo	Coordinate x	Coordinate y
Dora di Valgrisenche	01GH1N	1	1	345656,9963	5046879,22
Dora di Rhêmes	01GH1N	1	1	350431,1845	5042412,935
Buthier d'Ollomont	01GH2N	2	2	/	/
Lys	01GH3N	2	4	406115,0333	5056525,026

Tabella 2 - Tipologie fluviali con origine glaciale

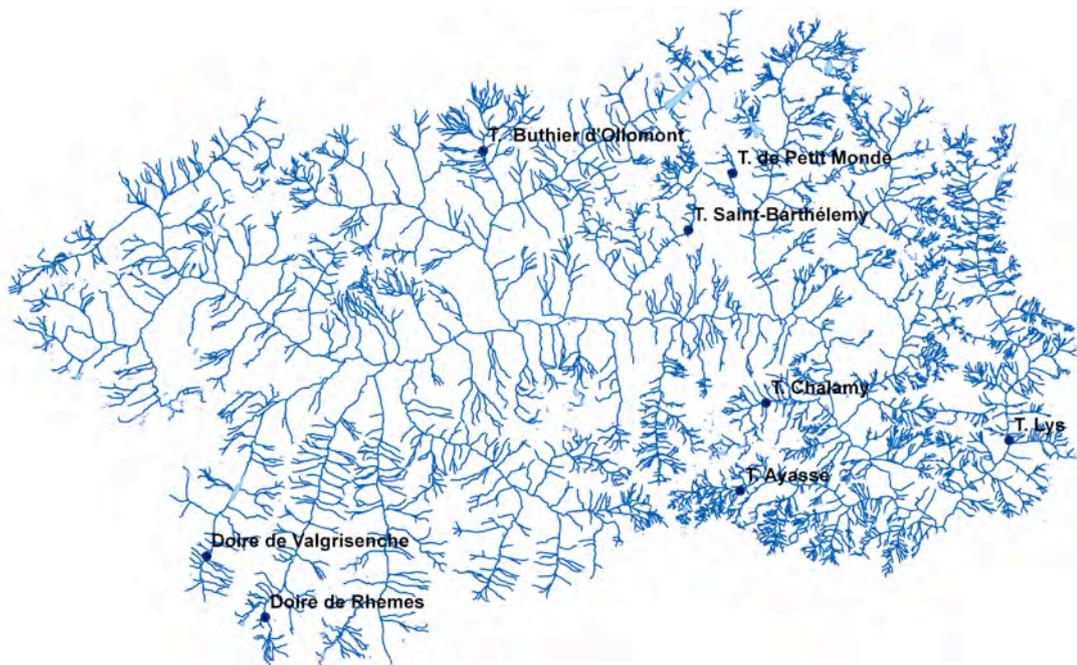


Fig.1. Rappresentazione idrografica della Valle D'Aosta, in evidenza le stazioni di campionamento.

Corpi idrici con origine da scorrimento superficiale

1. Torrent Petit monde



Fig. 2. Foto del sito di campionamento Torrent Petit Monde

Località: A monte dello stagno di Loditor (piana inondabile in tratto montano)

Bacino: Marmore

Codice tipologia: 01SS1N – appartenente all’HER 01 (Alpi Occidentali); SS: da scorrimento superficiale e nevai; 1: molto piccolo, con distanza dalla sorgente <5km; N: influenza del bacino a monte non applicabile

Analisi del rischio: non a rischio

Bilancio idrico: Non sono presenti informazioni formalizzate

Uso del suolo: Il livello di pressione presente in questo corpo idrico è pari a 1, ciò significa che l’uso è caratterizzato da significativa assenza d’antropizzazione (assenza di centri insediativi, di pascoli a sfruttamento intensivo e di agricoltura).

Queste caratteristiche permettono di classificare questo corpo idrico come potenziale sito di riferimento come stabilito dalla Direttiva WFD.

2. Torrent Ayasse



Fig. 3. Foto del sito di campionamento Torrent Ayasse

Località: Ponte delle Maddalene

Bacino: Torrent Ayasse

Codice tipologia: 01SS2N – appartenente all’HER 01 (Alpi Occidentali); SS: da scorrimento superficiale e nevai; 2: piccolo, con distanza dalla superficie compresa tra 5 e 25 km; N: influenza del bacino a monte non applicabile

Analisi del rischio: non a rischio

Bilancio idrico: la classe di qualità percentuale è del 75-100% (classe 1), rappresenta la percentuale di sfruttamento idrico in funzione delle variazioni di portata indotte dagli usi.

Uso del suolo: il livello di pressione in questo corpo idrico è pari a 1 e come per il Torrent Petit Monde rappresenta una significativa assenza d’antropizzazione.

Entrambi i valori di bilancio idrico e uso del suolo permettono di definire questo corpo idrico come potenziale sito di riferimento.

3. Torrent St. Barthélemy



Fig. 4. Foto del sito di campionamento Torrent St.Barthélemy

Località: Pierrey

Bacino: Torrent di Saint Barthélemy

Codice tipologia: 01SS2N – appartenente all’HER 01 (Alpi Occidentali); SS: da scorrimento superficiale e nevai; 2: piccolo, con distanza dalla superficie compresa tra 5 e 25 km; N: influenza del bacino a monte non applicabile

Analisi del rischio: Non a rischio

Bilancio idrico: 0, non sono presenti informazioni formalizzate

Uso del suolo: il livello di pressione in questo corpo idrico è 4, ciò esprime un valore di uso caratterizzato principalmente da antropizzazione derivante in prevalenza da agricoltura intensiva, prati falciabili, pascoli e piccoli insediamenti abitati.

Nonostante un valore abbastanza elevato di uso del suolo, questo non insiste direttamente sul corso d’acqua, e ciò permette di poterlo classificare come un potenziale sito di riferimento.

4. Torrent Chalamy



Fig. 5. Foto del sito di campionamento Torrent Chalamy

Località: la Völla

Bacino: Torrent Chalamy

Codice tipologia: 01SS2N – appartenente all'HER 01 (Alpi Occidentali); SS: da scorrimento superficiale e nevai; 2: piccolo, con distanza dalla superficie compresa tra 5 e 25 km; N: influenza del bacino a monte non applicabile

Analisi del rischio: Non a rischio

Bilancio idrico: 0, non sono presenti informazioni formalizzate

Uso del suolo: il livello di pressione in questo corpo idrico è pari a 1 e come per il Torrent Petit Monde e per il Torrent Ayasse rappresenta una significativa assenza d'antropizzazione.

L'assenza di antropizzazione legato al carattere di corpo idrico non a rischio permettono la classificazione come potenziale sito di riferimento.

Corpi idrici con origine glaciale

1. Dora di Valgrisenche



Fig. 6. Foto del sito di campionamento Dora di Valgrisenche

Località: strada per Rifugio Bezzi

Bacino: Dora di Valgrisenche

Codice tipologia: 01GH1N - appartenente all'HER 01 (Alpi Occidentali); GH: glaciale; 1: molto piccolo, con distanza dalla sorgente <5km; N: influenza del bacino a monte non applicabile

Analisi del rischio: non a rischio

Bilancio idrico: la classe di qualità percentuale è del 75-100% (classe 1), rappresenta la percentuale di sfruttamento idrico in funzione delle variazioni di portata indotte dagli usi

Uso del suolo: Il livello di pressione presente in questo corpo idrico è pari a 1, ciò significa che l'uso è caratterizzato da significativa assenza d'antropizzazione (assenza di centri insediativi, di pascoli a sfruttamento intensivo e di agricoltura).

I valori di bilancio idrico e uso del suolo permettono di classificare il corpo idrico come potenziale sito di riferimento.

2. Dora di Rhêmes



Fig. 7. Foto del sito di campionamento Dora di Rhêmes

Località: A monte rifugio Benevolo

Bacino: Dora di Rhêmes

Codice tipologia: 01GH1N - appartenente all'HER 01 (Alpi Occidentali); GH: glaciale; 1: molto piccolo, con distanza dalla sorgente <5km; N: influenza del bacino a monte non applicabile.

Analisi del rischio: non a rischio.

Bilancio idrico: la classe di qualità percentuale è del 75-100% (classe 1), rappresenta la percentuale di sfruttamento idrico in funzione delle variazioni di portata indotte dagli usi.

Uso del suolo: Il livello di pressione presente in questo corpo idrico è pari a 1, come per la Dora di Valgrisenche ciò significa che l'uso è caratterizzato da significativa assenza d'antropizzazione.

Anche in questo caso i valori di bilancio idrico e uso del suolo permettono di classificare tale sito come potenziale sito di riferimento.

3. Torrent Buthier d'Ollomont



Fig. 8. Foto del sito di campionamento Buthier d'Ollomont

Località: Vaud

Bacino: Torrent Buthier

Codice: appartenente all'HER 01 (Alpi Occidentali); GH: glaciale; 2: piccolo, con distanza dalla superficie compresa tra 5 e 25 km; N: influenza del bacino a monte non applicabile

Analisi del rischio: Non a rischio

Bilancio idrico: la classe di qualità percentuale è del 50-75% (classe II), rappresenta la percentuale di sfruttamento idrico in funzione delle variazioni di portata indotte dagli usi.

Uso del suolo: il livello di pressione presente in questo sito è pari a 2, l'antropizzazione è derivante da agricoltura estensiva, prati falciabili, pascoli e piccoli nuclei abitati.

Dai positivi dati di bilancio idrico e dai dati relativi all' utilizzo del suolo, che mostrano l'attività di antropizzazione come non insistente sul corso d'acqua, ci permettono di classificare il corpo idrico come potenziale sito di riferimento.

4. Torrent Lys



Fig. 9. Foto del sito di campionamento Torrent Lys

Località: Ponte tibetano, stradina sulla destra idrografica dopo Lilianes

Bacino: Torrent Lys

Codice tipologia: 01GH3N - appartenente all'HER 01 (Alpi Occidentali); GH: glaciale; 3: medio, con distanza dalla superficie compresa tra 25 e 75 km; N: influenza del bacino a monte non applicabile.

Analisi del rischio: non a rischio

Bilancio idrico: la classe di qualità percentuale è del 50-75% (classe II), rappresenta la percentuale di sfruttamento idrico in funzione delle variazioni di portata indotte dagli usi.

Uso del suolo: il livello di pressione in questo corpo idrico è 4, ciò esprime un valore di uso caratterizzato principalmente da antropizzazione derivante in prevalenza da agricoltura intensiva, prati falciabili, pascoli e piccoli insediamenti abitati.

Anche se non si tratta di un corso d'acqua con assenza di pressioni, confrontando i medesimi valori per gli altri corsi d'acqua della stessa tipologia, che mostrano pressioni maggiori, è stato possibile classificare il Torrent Lys come potenziale sito di riferimento.

4. MATERIALI E METODI

4.1. Metodo di campionamento multihabitat proporzionale

4.1.1. Campionamento con rete Surber

Il tipo di campionamento è quantitativo, poiché la superficie da campionare è definita e lo strumento utilizzato per il campionamento deve consentire una misura della superficie. Il campione viene prelevato proporzionalmente alla presenza dei diversi microhabitat nel fiume.

Lo strumento per il campionamento come previsto da norma UNI EN 28265 è la Rete Surber (Fig.10).

L'uso del Surber (Buffagni & Erba, 2007) è indicato per tutti gli habitat non molto profondi ($<0,5$ m e preferibilmente a campionatore non completamente sommerso) a corrente elevata o scarsa. La rete Surber aperta è fornita di pareti laterali metalliche (in lega di alluminio), che individuano un'area pari a $0,1 \text{ m}^2$ o $0,05 \text{ m}^2$ (in area alpina, HER 1,2,3,4,7,9, la superficie di una singola unità di campionamento è $0,1 \text{ m}^2$); la rete è aperta sul davanti. La forma dell'intelaiatura è quadrata o rettangolare.

Le caratteristiche della rete sono:

- Dimensioni dell'intelaiatura che definiscono l'area di campionamento pari a $0,22 \times 0,23$ m e $0,32 \times 0,32$ m per aree unitarie rispettivamente di $0,05$ e $0,1 \text{ m}^2$;
- Forma della rete a cono e di lunghezza approssimativa di $0,6-0,8$ m;
- Dimensione delle maglie di $500 \mu\text{m}$.

La rete è dotata nella parete terminale del sacco di un bicchiere di raccolta.



Fig. 10. Rete Surber

4.1.2. Analisi preliminari

Il sito di campionamento deve essere il più rappresentativo del fiume in esame in accordo con la Direttiva 2000/60/CE.

La prima fase prevede la definizione dell'area di campionamento e quindi il riconoscimento della sequenza rifte/pool, ove applicabile, (il campionamento deve essere effettuato in una sola delle due aree). Nel caso di torrenti montani in area alpina spesso è impossibile riconoscere questa sequenza, il campionamento viene quindi effettuato come generico (G), ciò indica che l'allocazione dell'unità di campionamento viene effettuata in modo proporzionale in un generico tratto rappresentativo del fiume (Buffagni & Erba, 2007).

La seconda fase prevede l'analisi sommaria della struttura degli habitat presenti nel sito, ai quali va attribuita una percentuale di distribuzione. Per definire le percentuali di occorrenza substrato minerale e biotico vanno considerati come un unico insieme.

In particolare in area alpina (HER 1, 2, 3, 4), e per tutti i tipi fluviali, la raccolta delle unità deve essere effettuata solo su microhabitat minerali.

Il numero totale delle repliche da raccogliere è pari a 10, quindi la percentuale di occorrenza degli habitat viene registrata a intervalli del 10%. Eventuali altri microhabitat presenti con percentuale inferiore non sono considerati per il campionamento, ma vanno comunque registrati nella scheda di campo. La somma totale degli habitat registrati deve dare 100%.

Le tipologie di substrato (e, di conseguenza, i microhabitat) da considerare in ambito alpino, classificate in base alla dimensione rilevata secondo l'asse intermedio, sono quindi:

1. Limo/argilla: < 6 μ m
2. Sabbia: 6 μ m – 2 mm, sabbia fine e grossolana
3. Ghiaia: 0,2 – 2 cm, ghiaia e sabbia grossolana, con prevalenza di ghiaia
4. Microlithal: 2 - 6 cm, piccole pietre
5. Mesolithal: 6 – 20 cm, pietre di medie dimensioni
6. Macrolithal: 20 – 40 cm, pietre grossolane
7. Megalithal: > 40 cm, pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi
8. Artificiale: cemento e tutti i substrati artificiali
9. Igropetrico: sottile strato d'acqua su substrato solido ricoperto di muschi.

4.1.3. Procedura di campionamento

Il campionamento deve iniziare dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo tale da non disturbare gli habitat prima del campionamento (Buffagni & Erba, 2007).

La rete Surber viene posizionata in acqua in posizione verticale controcorrente e adagiata a stretto contatto con il substrato, ben aderente sul fondo, quindi si procede alla raccolta degli organismi smuovendo il substrato con l'ausilio delle mani (nel caso di acque più profonde anche con l'ausilio dei piedi per smuovere il fondo), e nel caso di acque più ferme per creare la corrente necessaria a far fluire gli organismi all'interno della rete. La rete va immersa e sollevata più volte dall'acqua in modo che gli organismi imprigionati nella rete entrino nel collettore.

Il periodo migliore per il campionamento corrisponde al momento in cui il fiume passa da uno stato di morbida ad uno di magra, quando la comunità dei macroinvertebrati è stabile, è bene evitare il campionamento durante o subito dopo una piena, durante o subito dopo eventi di secca, se qualche fatto impedisce la stima delle occorrenze degli habitat.

4.1.4. Separazione e conservazione del campione

Il materiale raccolto nel barattolo collettore, alla fine delle repliche per ogni microhabitat, viene trasferito in secchi numerati (ad ogni numero verrà assegnato un microhabitat) . Successivamente viene trasferito in vaschette, una porzione per volta, dove avviene lo smistamento degli animali, dal sedimento e frammenti di vegetazione, utilizzando pinze da entomologo. La determinazione avviene con l'ausilio di lenti d'ingrandimento da campo di almeno 10x annotando sulla scheda di campo i diversi taxa raccolti.

Si procede alla stima delle abbondanze. Per tutti i taxa è richiesto che si effettui il conteggio preciso degli organismi fino alla soglia dei 10 individui, se un taxon è presente con abbondanze superiori si procederà alla stima della sua abbondanza. Per la maggior parte dei taxa sarà possibile effettuare la stima finale dell'abbondanza direttamente in campo, non ne sarà quindi richiesta la raccolta, mentre per alcuni organismi sarà necessaria una verifica in laboratorio, per controlli o approfondimenti tassonomici, questi ultimi saranno raccolti e fissati.

Gli organismi da portare in laboratorio sono conservati in tubetti di plastica contenenti alcool al 90% con relativo tappo. Ciascun campione deve essere identificato tramite

un'etichetta, scritta a matita, che riporti almeno: il nome del fiume, il nome del sito, la data di campionamento.

4.1.5. Identificazione

Il livello di identificazione richiesto è diverso a seconda del taxon: per Odonati, Efemerotteri e Plecotteri a livello di genere, mentre per Tricotteri, Coleotteri, Ditteri, Eterotteri, Crostacei, Gasteropodi e Bivalvi a livello di famiglia.

I campioni raccolti sono stati determinati consultando atlanti specifici (Ruffo, 1977-1985; Tachet et al, 1984; 2003; Sansoni 1988; Campaioli et al., 1994; 1999) con l'ausilio dello stereoscopio, e per gli Oligocheti, del il microscopio ottico.

4.2. L'indice STAR-ICMi

L'indice STAR-ICMi (Buffagni & Erba, 2007; Buffagni & Erba, 2008; Belfiore & Buffagni, 2009; Belfiore et al, 2009; Erba et al., 2009) è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche (Tab. 3) riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza. Queste metriche vengono definite “Intercalibration Common Metrics, ICMs (Buffagni e Erba, 2004). Alle singole metriche è attribuito un peso differente.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10} (\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	$1 - (\text{abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera})$	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

Tabella 3 – Metriche che compongono lo STAR-ICMi e il loro peso attribuito nel calcolo (da Buffagni et al, 2008).

L' indice STAR-ICMi viene espresso in Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro biologico “osservato” ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle “condizioni di riferimento” per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1. In Italia è utilizzato come metodo standard per la definizione dei limiti di classe.

Va ricordato che alcune delle metriche richiedono, per poter essere calcolate, informazioni relative alla abbondanza delle singole famiglie di macroinvertebrati e che il livello di identificazione richiesto è la famiglia (Buffagni et al., 2005).

Il calcolo dell'indice prevede 4 passaggi (Buffagni et al., 2008):

1. Calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono l'indice;

2. La conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato per il valore mediano ottenuto per i campioni raccolti, relativo ai campioni di riferimento proprio del tipo fluviale in analisi;
3. Calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti dalla Tab. 3;
4. Normalizzazione del valore ottenuto, dividendo il valore del campione in esame per il valore proprio dell'indice STAR-ICMi nelle condizioni di riferimento.

Per quanto riguarda la metrica ASPT, occorre sottrarre sia al valore calcolato, sia al valore di riferimento, il valore 2. Qualora il risultato di tale operazione fosse inferiore a 0, per il campione corrispondente dovrà essere utilizzato un valore di RQE pari a 0.

Al valore di STAR ICMi così calcolato può essere attribuito un corrispondente giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità del valore dell'indice in 5 classi di qualità. I valori relativi ai limiti di classe sono riportati in Tab. 4. e sono relativi ai macrotipo fluviale alpino, definiti durante l'esercizio di intercalibrazione della Direttiva Quadro WFD.

GIG/Area geografica	Tipo Fluviale	Descrizione Sommaria	Limiti di classe
			E/B B/M M/S S/C
Alpino	R-A1	Piccole-medie dimensioni, altitudine elevata, calcareo	0.97 0.73 0.49 0.24
	R-A2	Piccole-medie dimensioni, altitudine elevata, siliceo	0.95 0.71 0.48 0.24

Tabella 4 – Limiti di classe tra stato Elevato/Buono (E/B), Buono/Moderato (B/M), Moderato/Scarso (M/S) e Scarso/Cattivo per il macrotipo fluviale alpino (Buffagni A. et al, 2008).

La classificazione dei corpi idrici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE viene effettuata sulla base del valore di STAR ICMi calcolato come media dei valori relativi alle diverse stagioni di campionamento.

4.3. L'indice IBE

L'Indice Biotico Esteso IBE (Ghetti, 1997; APAT & IRSA-CNR, 2003) si basa sul confronto della comunità di macroinvertebrati "attesa", cioè presente in una determinata tipologia fluviale in assenza di alterazioni ambientali, e quella campionata, mediante tecniche adeguate.

Per esprimere questo valore in un indice il metodo prevede l'ausilio di una tabella a due entrate (tabella 6) che prende in considerazione 2 tipi di indicatori: la presenza dei taxa più esigenti in termini di qualità e la ricchezza totale in unità sistematiche. In ordinata sono riportati i gruppi di macroinvertebrati, in ordine decrescente di sensibilità alle alterazioni ambientali, dall'alto verso il basso, e l'entrata in tabella avviene a livello del gruppo più sensibile presente nella comunità campionata. È necessaria una particolare attenzione sull'ingresso orizzontale, essendo quella che può determinare maggiore intervallo di errore, infatti se l'unico taxon di *Plecotteri* presenti è *Leuctra* e contemporaneamente sono assenti tutti gli *Efemerotteri*, ad eccezione di *Baetidae* e *Caenidae*, l'ingresso avviene a livello dei *Tricotteri*, e che gli *Efemerotteri Baetidae* e *Caenidae* vanno conteggiati anch'essi a livello dei *Tricotteri*. L'ingresso verticale dipende invece dall'intervallo numerico che fa riferimento al numero totale di unità sistematiche rivenute nella stazione di campionamento. Incrociando la colonna dell'entrata in verticale con la riga dell'entrata orizzontale si definisce il valore dell'indice. Nel caso in cui il numero totale di taxa coincida con uno degli estremi dell'intervallo va attribuito un valore intermedio di IBE.

Sono esclusi dal calcolo dell'indice quegli individui che non raggiungono il numero minimo di presenze, diverso a seconda del taxon di appartenenza. (il taxon non è considerato stabile all'interno della comunità).

I valori di indice sono raggruppati in 5 classi di qualità (tabella 5), ad ognuna delle quali è associato un giudizio sintetico.

Tabella 5 – Tabella di conversione dei valori di IBE in Classi di Qualità, (Ghetti, 1997).

C. QUALITA'	VALORE DI IBE	GIUDIZIO DI QUALITA'	COLORE
Classe I	10-11-12...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	verde
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	arancione
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato	rosso

Tabella 6 – Tabella per il calcolo del valore IBE (Ghetti, 1997).

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero delle Unità Sistematiche (US) costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecotteri presenti	Più di una US	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
(<i>Leuctra</i>)**	Una sola US	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri presenti (escludere <i>Baetidae</i> e <i>Caenidae</i>) ^o	Più di una US	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una sola US	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una US	--	5	6	7	8	9	10	11	--
Comprendere <i>Baetidae</i> e <i>Caenidae</i>	Una sola US	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi presenti	Tutte le US sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi presenti	Tutte le US sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le US sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono esserci organismi a respirazione aerea	0	1	--	--	--	--	--	--	--

Legenda:

** : Nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono assenti contemporaneamente Efemerotteri (o presenti solo *Baetidae* e *Caenidae*), *Leuctra* deve essere considerata al livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella;

^o : per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie *Baetidae* e *Caenidae* vengono considerate a livello dei Tricotteri;

-- : giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift non scartati dal computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabile con l'IBE. (es sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre);

* : questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa), che nel valutare eventuali effetti prodotti dall'inquinamento trattandosi di ambienti con una naturale elevata ricchezza di taxa.

4.4. L'indice IBMWP

L'Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP), (Alba-Tercedor et al., 2002), è un adattamento del metodo BMWP utilizzato in Gran Bretagna (Amitage et al., 1983), al quale sono state apportate modifiche circa l'aggiunta di nuove famiglie, al cambiamento di alcuni punteggi e in relazione alle modalità di campionamento, che non avviene in un tempo predefinito (Alba-Tercedor, 2000).

Il metodo è basato sulle caratteristiche di sensibilità e tolleranza dei diversi taxa di invertebrati acquatici rispetto a sostanze inquinanti.

L'IBMWP è calcolato in riferimento ad una lista di famiglie suddivise secondo il grado di sensibilità in nove categorie. In Tabella 8 sono riportati i punteggi (score) attribuiti ad ogni taxon, scegliendo come rappresentative delle famiglie le specie più tolleranti all'inquinamento (Alba-Tercedor, 1996). Il livello di determinazione richiesto dall'indice è la famiglia, garantendo all'indice un'ampia applicabilità anche se una minor sensibilità alla comparsa/scomparsa delle specie, di notevole importanza nel determinare le classi di qualità (Cao. et al., 1997).

Il valore d'indice si ottiene sommando i punteggi parziali che si ottengono dalla presenza di ciascuna famiglia campionata indipendentemente dal numero di specie che le rappresenta (Alba-Tercedor et al., 2002), questo quindi corrisponderà alla somma dei minimi, dal momento che ad ogni gruppo è assegnato il punteggio relativo alle specie meno sensibile (Hawkes, 1997). Ad un alto valore d'indice corrisponderà una elevata qualità. Questi valori possono poi essere convertiti in cinque classi di qualità, alle quali è associato un colore, utilizzando una tabella di conversione (Tab. 7).

CLASSE	IBMWP	GIUDIZIO	COLORE
I	>100	Acque di ottima qualità	Azzurro
II	61-100	Acque non inquinate	Verde
III	36-60	Acque con moderato inq.	Giallo
IV	16-35	Acque inquinate	Arancio
V	<15	Acque fortemente inquinate	Rosso

Tabella 7 – Tabella di conversione dei valori di IBMWP in classi di qualità, con relativo giudizio e colore per la rappresentazione in cartografia (Alba- Tercedor et al.,2002).

Analogamente per quanto accade per l'IBE possono essere ricavate classi intermedie se l'indice ricade nei primi o negli ultimi cinque valori posti agli estremi degli intervalli delle

classi, rappresentate cartograficamente con i due colori corrispondenti alternati (Alba-Tercedor, 2000).

Familias	Puntuación
<i>E: Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae</i> <i>P: Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae</i> <i>T: Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae</i> <i>T: Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae</i> <i>D: Athericidae, Blephariceridae</i> <i>H: Aphelocheiridae</i>	10
<i>O: Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae</i> <i>O: Corduliidae, Libellulidae</i> <i>T: Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae</i> <i>C: Astacidae</i>	8
<i>E: Ephemerellidae, Prosopistomatidae</i> <i>P: Nemouridae</i> <i>T: Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae</i>	7
<i>M: Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Unionidae</i> <i>T: Hydroptilidae</i> <i>C: Gammaridae, Atyidae, Corophiidae</i> <i>O: Platycnemidae, Coenagrionidae</i>	6
<i>E: Oligoneuriidae, Polymitarcidae</i> <i>C: Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae</i> <i>T: Hydropsychidae</i> <i>D: Tipulidae, Simuliidae</i> <i>TR: Planariidae, Dugesidae, Dendrocoelidae</i>	5
<i>E: Baetidae, Caenidae</i> <i>C: Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae</i> <i>D: Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae</i> <i>D: Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limonidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae</i> <i>N: Sialidae</i> <i>HR: Piscicolidae</i> <i>A: Hydracarina</i>	4
<i>H: Mesoveliidae, Veliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae</i> <i>H: Notonectidae, Corixidae</i> <i>C: Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae</i> <i>M: Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae</i> <i>M: Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae</i> <i>HR: Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae</i> <i>C: Asellidae, Ostracoda</i>	3
<i>D: Chironomidae, Culicidae, Thaumaleidae, Ephydriidae</i>	2
<i>O: Oligochaeta (todas las clases),</i> <i>D: Syrphidae</i>	1

Tabella 8 – Assegnazione dei valori ai taxa secondo il metodo IBMWP (Alba-Tercedor et al., 2002).

4.5 L'indice IASPT

L'indice Iberian Average Score Per Taxon (Alba-Tercedor et al.,2002), derivato dal corrispondente ASPT (Armitage et al., 1983), si calcola semplicemente dividendo il valore del IBMWP per il numero totale dei taxa nel campione in esame. Differentemente dal IBMWP, questo indice non tiene conto della densità dei taxa per il calcolo, rendendo il metodo meno dipendente dall'efficienza e dallo sforzo di campionamento (De Pauw & Hawkes 1993; Ruse L.P., 1996; Walley & Hawkes, 1996; Hawkes 1997) e permette di effettuare un'analisi di maggiore sensibilità dei dati ottenuti dal calcolo dell'IBMWP.

Questo indice sembra permettere una più netta discriminazione tra le classi di qualità più elevate, di quanto non permetta l'indice IBE (Genoni, 2005).

Suddividendo i punteggi di ASPT in cinque classi di qualità (Armitage et al, 1983), è possibile assegnare un giudizio di qualità analogo a quello stabilito per l'IBMWP e l'IBE (Tabella 9).

ASPT	CLASSE DI QUALITA'
2,00 – 3,00	V
3,01 – 4,00	IV
4,01 – 5,00	III
5,01 – 6,00	II
6,01 – 7,00	I
> 7,00	I

Tabella 9 – Suddivisione dei punteggi di IASPT e attribuzione delle classi di qualità secondo quanto previsto da Armitage et al. (1983).

5. RISULTATI

I dati relativi alle comunità campionate nei diversi siti di studio, per ciascuna stazione sono riportati nell'allegato 1, 2 e 3.

- Per quanto riguarda il campionamento effettuato con il retino immanicato sono riportati: il nome della stazione, la data di campionamento, i dati di abbondanza relativa per ciascun taxa rilevato, il numero totale di unità sistematiche considerate nel calcolo dell'Indice IBE, il numero di unità sistematiche non considerate nel calcolo perché di drift o comunque a bassa colonizzazione, e il valore assunto dall'Indice con la rispettiva Classe di qualità (scheda IBE),(Allegato 1);

nella seconda scheda sono riportati: il nome della stazione, la data di campionamento, gli score assegnati alle famiglie rilevate, il numero totale di unità sistematiche considerate nel calcolo dell'Indice IBMWP, il valore totale dell'Indice e la relativa Classe di Qualità, nonché il valore calcolato di IASPT (scheda IBMWP),(Allegato 2).

- Per quanto riguarda il campionamento effettuato con la rete Surber, sono riportati: il nome della stazione, la data di campionamento, i dati relativi al numero di individui appartenenti a ciascun taxa per ogni tipologia di substrato campionato, e il rispettivo totale. Inoltre, sono indicati i valori calcolati per ciascuna metrica utilizzata nel calcolo dell'indice, i valori di riferimento utilizzati nel calcolo del RQE, i relativi pesi e il calcolo finale dell'indice ICMi normalizzato (scheda STAR), (Allegato 3).

In tabella 10 sono riportati in forma sintetica i dati relativi alle stazioni di campionamento e i valori assunti dai diversi indici calcolati.

Legenda delle tabelle:

SCHEDA IBE

Abbondanza:

+++: dominante

++: abbondante

+: presente

*: di drift

	Valgrisenche		Dora Rhêmes		B.Ollomont		Lys		Petit Monde		St.Barthélemy		Ayasse	
	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
									*		+	11	+	
	+	1	+		*		*	1	*	1	+	4	+	*
	*		*		+	6	*	1	+	14	+	2	+	+
	*	3			*		++	79	+	6	*		+	+
					*				+	11	*	1	++	2
											*	2	+	
	++	4	+		++	44	+	5	+	89	+	7	+	25
	*	8												
RI														
	+	11	+	1	+++	187	+++	304	+	52	+	61	+	70
					*		+	30	+	3	+	2	+	2
								8	*		+	3	+	2
							*							1
	++	27	+	11				3	+	5	+	10	+	3
							+		+	37	+	19	+	26
	+						*							
	*	1			+	10	++	15	+	9	+	5	*	
		1						1						
							*	2		2				
							*		*		*			
	++	2			+	4	++	132	+	8	*	36	++	5
											+		+	3
	++	180	++	123	+	9	+	118	+	255	+	25	+	99
	+	1			+	1	+	3	+	4	+		+	1
	+	3	+		+	7	+	21	+	11	+	10	+	9
														1
	*		+	3	+	1	+++	1523	+	9	*		+	31
			*		*	1		2						
					+									2
DI								1						
							+	4	++	42			+	3
							+	8						
									+	2				
									+				+	2
								1	+	12				
							+	135						

Analizzando i dati presenti nell'elenco faunistico in tabella 10 si può osservare come entrambi gli strumenti di campionamento siano efficaci nella cattura dei Plecotteri, per i quali non si sono riscontrate differenze, mentre i gruppi che presentano le maggiori differenze nelle unità sistematiche campionate sono: Coleotteri e Tricotteri.

Globalmente le unità sistematiche campionate con entrambi i metodi ammontano al 90 % del totale.

6. DISCUSSIONE

Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive degli indici calcolati per le tipologie fluviali di origine glaciale (Tabella 11) e da scorrimento superficiale (Tabella 12).

STAZIONE	C.T.	US	IBE	CQ	US	IBMWP	CQ	IASPT	US	STAR	CQ
Valgrisenche	01GH1N	9	8	II	13	90	II	6,45	11	0,81	Buono
D. Rhêmes	01GH1N	7	8	II	9	57	III/II	5,25	4	0,48	Mod.
B. Ollomont	01GH2N	10	8/9	II	13	80	II	5,33	11	0,79	Buono
Lys	01GH3N	16	10/9	I/II	21	135	I	5,58	20	0,74	Buono

Tabella 11 - Tipologie di origine glaciale

STAZIONE	C.T.	US	IBE	CQ	US	IBMWP	CQ	IASPT	US	STAR	CQ
Petit Monde	01SS1N	18	10	I	15	101	I/II	5,94	10	0,80	Buono
Ayasse	01SS2N	19	10	I	17	115	I	5,40	15	0,70	Mod.
St.Barthélemy	01SS2N	13	9	II	17	125	I	7,36	11	0,83	Buono
Chalamy	01SS2N	18	10	I	18	120	I	6,53	19	0,91	Buono

Tabella 12 - Tipologie di origine da scorrimento superficiale

L'analisi degli indici calcolati per le tipologie fluviali di origine glaciale evidenzia come si ottengano risultati non sempre congruenti tra loro.

Gli indici IBE e IBMWP hanno mostrato una concordanza nell'attribuzione della classe di qualità, tranne che per la Dora di Rhêmes e per il Torrent Lys per i quali lo scarto di classe è comunque da considerarsi minimo, essendo al limite della soglia di calcolo del valore stesso. Questa differenza è facilmente spiegabile tenendo conto che nel calcolo dell'indice IBE si considerano di drift le famiglie che non raggiungono una soglia minima di presenze, mentre nell'indice IBMWP viene attribuito uno score a tutte le famiglie senza tener conto dell'abbondanza delle stesse.

L'indice STAR-ICMi invece ha mostrato una differente attribuzione di valori nelle diverse stazioni.

Una prima considerazione su questa differenza va ricercata nella modalità di campionamento. Si è notato come la differente distribuzione delle repliche nei diversi siti di campionamento influenzi l'indice, facendo diminuire le abbondanze soprattutto per le specie più sensibili all'inquinamento. Nella Dora di Rhêmes, dove la comunità campionata col Surber non coincide con quella raccolta col retino immanicato, 4 delle repliche sono state effettuate sul substrato megalithal che difficilmente ospita Plecotteri ed Efemerotteri.

Di conseguenza, sono state rilevate solo 4 unità sistematiche (rispetto alle 13 rilevate con l'altra metodica di campionamento), determinando l'espressione di un giudizio "scarso", non realmente rappresentativo della situazione ambientale del sito.

Questa tesi può essere avvalorata analizzando i dati del sito nel Buthier d'Ollomont, nel quale tutti gli indici indicano la medesima classe di qualità. In questa stazione i campionamenti effettuati con il retino immanicato e con la rete Surber descrivono la stessa comunità, in quanto la distribuzione delle diverse tipologie di substrato, hanno determinato un campionamento realmente rappresentativo della comunità presente nel sito.

Nella Dora di Valgrisenche i risultati ottenuti vanno considerati in relazione alle caratteristiche ambientali del sito di campionamento. Infatti, si tratta di un sito caratterizzato da oligotrofia massima, da elevata torbidità, tipica dei corsi d'acqua di alta quota di origine glaciale, e che permette una colonizzazione limitata, con valori molto bassi di abbondanza. Di conseguenza, anche nel calcolo dell'IBE, pur in assenza di significativi fenomeni di drift, è necessario escludere numerose unità sistematiche perché la loro abbondanza non raggiunge il valore minimo stabilito dal metodo, determinando quindi l'espressione di un giudizio non ottimale (II Classe).

Il Torrent Lys va analizzato nello specifico: la comunità campionata rimane abbastanza costante tra le due differenti tipologie di campionamento, ma ciò che si è notato è che un'elevata presenza di una sola unità sistematica, ovvia per questo ambiente, come i Simuliidae, influenza il calcolo delle metriche dello STAR-ICMi, tanto da determinare un valore "buono", che potrebbe diventare "elevato" in presenza di un numero più limitato di individui campionati.

Per quanto riguarda la tipologia fluviale da scorrimento superficiale si evidenzia anche qui una differenza nei valori di qualità a seconda del tipo di campionamento.

Le classi di qualità di IBE e IBMWP coincidono per la maggioranza dei siti in esame, così come per la tipologia glaciale. Fatta eccezione per il Petit Monde in cui però la differenza di classe è comunque da considerarsi minima, essendo al limite della soglia di calcolo del valore stesso, e per il St. Barthélemy in cui la differenza di classe è di una unità.

Questa differenza analogamente a quanto verificato per i corpi idrici di origine glaciale, è spiegabile tenendo conto che nel calcolo dell'indice IBE si considerano di drift quelle famiglie che non raggiungano una soglia minima di presenze, mentre nell'indice IBMWP viene attribuito uno score a tutte le famiglie senza tener conto dell'abbondanza delle stesse.

L'indice STAR-ICMi invece ha mostrato in generale una attribuzione di classe di qualità quasi sempre inferiore di una unità rispetto agli altri indici utilizzati, come per le tipologie di origine glaciale.

Analizzando i dati relativi al St. Barthélemy si è osservato come mediante il campionamento con la rete Surber le unità sistematiche considerate di drift (mediante il campionamento con il retino immanicato) non sono state campionate, confermando in pratica la correttezza della valutazione effettuata.

La differenza di qualità riscontrata nei dati del Torrent Chalamy va ricercata nella comunità campionata, che risulta più ricca nel campionamento con il retino immanicato, non solo come unità sistematiche ma anche in termini di abbondanza. Inoltre nel campionamento con rete Surber anche le famiglie campionate risultano differenti.

Inoltre va considerato il numero di repliche negli habitat macrolithal e megalithal (in totale 6 su 10) che, come già detto, non agevola la cattura di unità sistematiche la cui presenza aumenta il valore di indice finale.

Per il Torrent Ayasse dall'analisi della comunità si può notare come ci si trovi in una situazione analoga a quella della Dora di Rhêmes: il numero di famiglie di Plecotteri campionate diminuisce drasticamente con la rete Surber, questo molto probabilmente è imputabile al metodo di campionamento. Inoltre va notato che in questa stazione sono state effettuate 5 repliche sul substrato megalithal, che come detto difficilmente permette, se non minimamente, il campionamento di Plecotteri influenzando il valore di indice che in questo caso scende di due unità.

Analogamente, per il Petit Monde dall'analisi della comunità possiamo notare come essa rimanga abbastanza costante tra le due differenti tipologie di campionamento, e che la ripartizione delle repliche non influenza in questo caso il campionamento. La differenza di classe può essere giustificata dalla maggiore esigenza dell'indice STAR rispetto agli altri indici.

7. CONCLUSIONI

I corpi idrici di origine da scorrimento superficiale hanno evidenziato uno Stato di Qualità globalmente “buono” secondo la metodica STAR-ICMi, mentre i giudizi espressi mediante gli indici IBE e IBMWP risultano quasi sempre appartenenti alla classe “elevato”.

Per i corpi idrici di origine glaciale la peculiarità delle comunità presenti ha determinato un giudizio prevalente per IBE e IBMWP di II Classe (Buono), mentre la metodica STAR-ICMi ha fornito risultati più diversificati compresi tra il “buono” e lo “scarso”.

Globalmente quindi la nuova metodica di valutazione appare essere più esigente nella valutazione degli ambienti montani. Si è osservato infatti come tale indice attribuisca una classe di qualità in meno rispetto agli altri indici.

Dal punto di vista metodologico, i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo di campionamento multihabitat proporzionale e dal relativo calcolo dell'indice STAR-ICMi, hanno portato alla luce alcune problematiche:

- Problemi nella messa a punto della metodica di campionamento multihabitat proporzionale. Nello specifico, il campionamento dei substrati megalithal e macrolithal, si è rivelato poco produttivo sia per la scarsa colonizzazione di tali microhabitat da parte degli organismi macrobentonici, sia per la difficoltà operativa nel loro campionamento. Potrebbe quindi essere utile apportare modifiche alle modalità di campionamento, che ora richiedono il campionamento solo sulla superficie laterale e superiore dei clasti, col campionamento della superficie inferiore delle rocce movibili in modo da poter raccogliere gli organismi che vivono negli ambiti più protetti.

Va inoltre osservato che sui medesimi habitat risulta difficoltoso utilizzare la rete Surber per il campionamento: su tali superfici il retino non aderendo bene al fondo, determina una perdita di organismi dagli spazi vuoti, e la corrente più forte non permette un campionamento su superficie prestabilita. Sarebbe utile utilizzare un retino immanicato o eventualmente ridefinire un metodo di campionamento specifico per tali microhabitat, soprattutto quando questi rappresentano la quasi totalità dell'ambiente da campionare, in modo da ridurre l'errore di campionamento determinato dalla perdita di organismi.

- Nel monitoraggio in ambiente alpino, secondo il protocollo, il campionamento viene effettuato solo su microhabitat minerali. Nei casi in cui siano presenti alghe o muschi su substrati di grandi dimensioni, non viene campionata una quota significativa della comunità presente nel corpo idrico in esame. Sono quindi necessari chiarimenti in merito a tale scelta.

- L'ambiente montano, e in particolare i corsi d'acqua di origine glaciale, costituiscono comunque un ambiente limite, in cui tutti i metodi di bioindicazione si trovano al limite dell'applicabilità e della significatività per la "semplicità" della comunità macrobentonica..

- E' stato riscontrato in tale metodo la non totale coerenza dei valori di riferimento proposti, con la realtà dei potenziali siti di riferimento reali (ancora da definire con precisione e validare). In alcuni casi il riferimento appare troppo esigente (come numero di famiglie o numero di famiglie EPT), mentre in altri i valori rilevati superano il valore atteso (come IASPT o Indice di Shannon nella stazione sul St.Barthélemy). In quest'ultimo caso saranno necessarie indicazioni sul comportamento da osservare in tali casistiche, in quanto tale differenza aumenta in ogni caso, anche se in positivo, la distanza dal riferimento, abbassando il giudizio espresso dall'indice.

Dall'insieme di queste considerazioni si evidenzia la necessità di una revisione della metodica per l'ambiente alpino.

Potrebbe essere utile un approccio più approfondito allo studio delle comunità alpine, che permetta una revisione delle condizioni di riferimento per le tipologie di corpo idrico presenti in questi ambienti. Inoltre occorre una verifica delle modalità di campionamento, che prenda in considerazione: la selezione dei microhabitat presenti, l'operatività del campionamento dei substrati di maggiore dimensione, l'eventuale necessità di utilizzare altri strumenti di campionamento o di incrementare la superficie totale campionata.

BIBLIOGRAFIA

Alba-Tercedor J. – 1996 – Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos – *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*, Almería, II:203-213.

Alba-Tercedor J. – 2000- BMWP', Un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. - *Biol. Amb*, 14 (2):65-67

Alba-Tercedor J., Jáimez-Cuéllar P., Álvarez M., Avilés J., Bonada M., Casas J., Mellado A., Ortega M., Pardo I., Prat N., Rieradevall M., Robles S., Sàinz -Cantero C., Sánchez-Ortega A., Suárez L.M., Toro M., Vidal-Abarca M.R., Visas S., Zamora-Muñoz C. -2002- Caracterización de cuencas mediterráneas españolas en base al índice español SBMWP como paso Criterios para la selección de condiciones de referencia en los ríos mediterráneos. Resultados del proyecto GUADALMED. *Limnetica*, 2:99-114.

APAT - 2007 - *Metodi biologici per le acque*. Parte I. APAT Serie Manuali e Linee Guida 46/2007.

APAT & IRSA-CNR – 2003 - 9010. Índice biótico esteso (I.B.E.) – In: *Metodi analitici per le Acque*. APAT Manuali e Linee guida 29/2003 (vol.3): 1115-1136

Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., Furse M.T. – 1983 – The performance of new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. – *Water Res.*, 17:333-347.

Badino G., Forneris G., Persino G.C. – 1991 – *Ecologia dei fiumi e dei laghi*. EDA, 94 pp.

Belfiore C., Erba S., Pace G., Todini B., Buffagni A. - 2009 – Valori di riferimento per la classificazione – nota 3: Italia Centrale. IRSA-CNR. *Notiziario dei metodi analitici*, 2009.

Bielli E., Buffagni A., Cotta Ramusino M., Crosa G., Galli P., Gazzella L., Guzzi L., Minciardi M.R., Oddo N., Spaggiari R., Zoppini A. – 1999 – *Linee guida per la classificazione biologica delle acque correnti superficiali*. Manuale 191. 59 pp., UNICHIM Milano.

Buffagni A., Erba S. – 2004 – *A simple procedure to harmonize class boundaries of European assessment systems. Discussion Paper for the intercalibration process* – WFD CIS WG 2.A ECOSTAT, 6 February 2004, 21 pp.

Buffagni A., Erba S. – 2007 – Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) – Parte a – Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. *IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici*, 2007 (1) 2-27.

Buffagni A., Erba S. – 2007 – Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD): l'indice STAR ICMi. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, 2007 (1) 94-100.

Buffagni A., Erba S., Birk S., Cazzola M., Feld C., Ofenbock T., Murray-Bligh J., Furse M.T., Clarke R., Hering D., Soszka H., Van De Bund W. – 2005 – Towards European Inter-calibration for the Water Framework Directive: Procedures and examples for different types from the E.C. project STAR. 11th STAR deliverable. STAR Contract No: EVK1-CT 2001-00089. Rome (Italy), *Quand. Ist. Ric. Acque* 123, IRSA, 468pp.

Buffagni A., Erba S., Pagnotta R. – 2008 – Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOper. IRSA-CNR *Notiziario dei Metodi Analitici*, 2008 Numero speciale: 24-42.

Buffagni A., Munafò M., Tornatore F., Bonamini I., Didomenicantonio A., Mancini L., Martinelli A., Scanu G., Sollazzo C. – 2006 – Elementi di base per la definizione di una tipologia per i fiumi italiani in applicazione alla Direttiva 2000/60/EC. IRSA-CNR *Notiziario dei Metodi Analitici*, 2006 (1):2-19.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. - 1994 - *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. 1* – Provincia Autonoma di Trento, 357 pp.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. - 1999 - *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. 2* – Provincia Autonoma di Trento, 127 pp.

Cao. Y., Bark A.W., William W.P. – 1997 – Analysing benthic macroinvertebrate community changes along pollution gradient: a framework for the development of biotic indices. – *Water Resource*, 31:884-892.

De Pauw N., Hawkes H.A. - 1993 - Biological monitoring of river water quality. – In: Walley W.J. e Judds S. (Eds.) *River water quality monitoring and control* – Aston Univ. U.K.: 87-111.

DIN – 1990 – *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser -, Abwasser - und Schlammuntersuchung: Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M.): Bestimmung des Saprobienindex (M2)*. – 38410 Teil 2.

Erba S., Belfiore C., Pace G., Buffagni A. – 2009 – Valori di riferimento per la classificazione- nota 2: Italia Meridionale. IRSA-CNR *Notiziario dei metodi analitici*, 2009.

Erba S., Buffagni A., Alber R., Belfiore C., Bielli E., Armanni D.G., Cazzola M., Cuomo S., Demartini D. – 2007 – Macroinvertebrati acquatici e direttiva 200/60/CE (WFD) – Parte C. Scheda di campionamento per i fiumi guadabili e note generali a supporto delle attività di campo. IRSA-CNR. *Notiziario dei Metodi Analitici*, 2007 (1):53-68

Forneris G., Persino G.C., Zaccara P. – 1997 – *Organismi acquatici, inquinamento, indicatori biologici*. – Provincia di Torino, Collana Ambiente 3, 146 pp.

- Genoni P.- 2005 – Atti del seminario: classificazione ecologica delle acque interne. Applicabilità della direttiva 2000/60/CE. Trento, 12-13 febbraio 2004. G.N.Baldaccini e G.Sansoni (eds). – Ed. APAT, APPA Trento, CISBA. *Biologia Ambientale*, 19(1):53-60
- Ghetti P.F. – 1986 – *I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indici Biotico E.B.I. modificato.* – Provincia Autonoma di Trento, 111 pp.
- Ghetti P.F. - 1995 – Indice Biotico Esteso I.B.E. (Metodi di analisi per ambienti di acque correnti). – *IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici*, 100 (Suppl.):1-24.
- Ghetti P.F. – 1997 – *Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti.* – Provincia autonoma di Trento. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, 222 pp.
- Ghetti P.F., Bonazzi G. - 1981 – *I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua.* Collana P.F. Promozione della qualità dell'ambiente – CNR AQ/1/127
- Hawkes H.A. – 1997 – Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. – *Water Research*, 32:964-968
- Johnson R.K. – 1996 – The indicator concept in freshwater biomonitoring. – In: *Chironomids: From Gene to Eco-system.* P.S. Cranston Ed. CSIRO, Australia:11-27
- Kolkwitz R., Marsson M. - 1902 - Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. – *Mitt. Frufungsants Wasserversorg. Abwasserein*, 1:33-72.
- Kolkwitz R., Marsson M. - 1908 – Okologie der pflanzlichen Saprobien. – *Ber. Dtsch. Bot Ges.*, 26:505.
- Kolkwitz R., Marsson M. – 1909 – Okologie der tierischen Saprobien. – *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 2:126-152.
- Minciardi M.R., Rossi G.L. – 2001 – *La valutazione e il monitoraggio degli ecosistemi fluviali attraverso l'uso di metodologie di bioindicazione.* Rapporto tecnico ENEA RT/AMB/2001/13:32pp.
- Rossaro B. - 1993 - Struttura delle comunità. - In: Marchetti R. (Ed.) *Ecologia applicata*, Città studi edizioni: 355-379.
- Rossato C. – 2000 – *Uso di substrati artificiali nella valutazione della qualità ambientale in ecosistemi fluviali: applicazione sperimentale in Val Chisone* (Torino – Italia). – Tesi di laurea. Facoltà di Scienze M.F.N. Università degli Studi di Torino. 121 pp.

- Rossato C., Rossi G.L. - 2005 – *Usa di substrati artificiali nella valutazione della qualità ambientale in ecosistemi fluviali*. Rapporto tecnico ENEA RT/2005/BIOTEC:72pp
- Ruffo S. – 1977-1985 – *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. – Collana del Progetto Finalizzato “Promozione della qualità dell’ambiente”, C.N.R. AQ/1.
- Ruse L.P. – 1996 – Multivariate techniques relating macroinvertebrates and environmental data from a river catchment. – *Water Resource* 30: 3017-3024.
- Sansoni G., - 1988 – *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d’acqua italiani*. - Provincia Autonoma di Trento - Stazione Sperimentale Agraria Forestale – Servizio Protezione Ambiente, 190 pp.
- Tachet H., Bournaud M., Richoux P. – 1984 – *Introduction a l’étude des macroinvertébrés des eaux douces*. – Association française de Limnologie, Paris (France), 155 pp.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. – 2003 – *Invertébrés d’eau douce, systématique, biologie, écologie*. – Ed. CNRS, Paris (France), 587 pp.
- Walley W.J, Hawkes H.A. – 1996 – A computer-based reappraisal of the Biological Monitoring Party scores using data from the 1990 river quality survey of England and Wales. – *Water Resource*, 30:2086-2094.
- Wasson J.C., Garcia Bautista A., Chandesris A., Pella H., Armanni D.G., Buffagni A. - 2006 – Approccio alle Idroecoregioni Europee e tipologia fluviale in Francia per la Direttiva Quadro sulle Acque (EC 2000/60). *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Dicembre 2006(1):20-38.
- Woodiwiss F.S. – 1964 – The biological system of stream classification used by the Trent River Board. – *Chemistry and Industry*, 14:443-447.
- Woodiwiss F.S. – 1978 – *Comparative study of biological-ecological water quality assessment methods. Second practical demonstration*. – Summary report. Commission of the European Communities.

ALLEGATI

ALLEGATO 1

SCHEDE IBE

Stazione	Rifugio Bezzi - Dora di Valgrisenche	8-07-2009
ORDINE		abbondanze
	FAMIGLIA	
	GENERE	
PLECOTTERI		
	<i>Nemouridae</i>	
	<i>Nemoura</i>	*
	<i>Protonemura</i>	++
	<i>Leuctricidae</i>	
	<i>Leuctra</i>	*
	<i>Perlodidae</i>	
	<i>Dictyogenus</i>	+
	<i>Taeniopterigidae</i>	
	<i>Rhabdiopteryx</i>	*
EFEMEROTTERI		
	<i>Baetidae</i>	
	<i>Baëtis</i>	+
	<i>Heptagenidae</i>	
	<i>Rhitrogena</i>	++
TRICOTTERI		
	<i>Limnephilidae</i>	+
	<i>Rhyacophilidae</i>	*
DITTERI		
	<i>Blephariceridae</i>	++
	<i>Chironomidae</i>	++
	<i>Empididae</i>	+
	<i>Limonidae</i>	+
	<i>Simuliidae</i>	*

U.S.	9
U.S. di drift	5
I.B.E.	8
C.Q.	11

Stazione		Rifugio Benevolo - Dora di Rhêmes		10-08-2009
ORDINE			abbondanze	
FAMIGLIA				
GENERE				
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctra</i>	*	
	<i>Nemouridae</i>	<i>Protonemura</i>	+	
	<i>Perlodidae</i>	<i>Dictyogenus</i>	+	
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	<i>Baëtis</i>	+	
	<i>Heptagenidae</i>	<i>Rhitrogena</i>	+	
DITTERI	<i>Chironomidae</i>		++	
	<i>Limoniidae</i>		+	
	<i>Simuliidae</i>		+	
	<i>Tipulidae</i>		*	

U.S.	7
U.S. di drift	2
I.B.E.	8
C.Q.	11

Stazione		Vaud - Buthier d'Ollomont	20-08-2009
ORDINE			abbondanze
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctra</i>	*
	<i>Nemouridae</i>	<i>Nemoura</i>	*
		<i>Protonemura</i>	++
	<i>Perlodidae</i>	<i>Dictyogenus</i>	*
		<i>Isoperla</i>	+
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	<i>Baëtis</i>	+++
	<i>Heptagenidae</i>	<i>Ecdyonurus</i>	*
TRICOTTERI	<i>Rhyacophilidae</i>		+
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>		+
	<i>Chironomidae</i>		+
	<i>Empididae</i>		+
	<i>Limonidae</i>		+
	<i>Simuliidae</i>		+
	<i>Thaumaleide</i>		*
	<i>Tipulidae</i>		+

U.S.	10
U.S. di drift	5
I.B.E.	8/9
C.Q.	II

Stazione		Lys - Ponte tibetano		21-08-2009	
ORDINE			abbondanze		
		FAMIGLIA			
		GENERE			
PLECOTTERI					
	<i>Leuctridae</i>				
		<i>Leuctra</i>			++
	<i>Nemouridae</i>				
		<i>Protonemura</i>			+
	<i>Perlidae</i>				
		<i>Perla</i>			++
	<i>Perlodidae</i>				
		<i>Isoperla</i>			*
		<i>Perlodes</i>			*
EFEMEROTTERI					
	<i>Baetidae</i>				
		<i>Baëtis</i>			+++
	<i>Heptagenidae</i>				
		<i>Ecdyonurus</i>			+
	<i>Leptophlebiidae</i>				
		<i>Habroleptoides</i>			*
TRICOTTERI					
	<i>Hydropsichidae</i>				+
	<i>Philopotamidae</i>				*
	<i>Rhyacophilidae</i>				++
COLEOTTERI					
	<i>Elmidae</i>				*
	<i>Hydraenidae</i>				*
DITTERI					
	<i>Athericidae</i>				*
	<i>Blephariceridae</i>				++
	<i>Chironomidae</i>				+
	<i>Empididae</i>				+
	<i>Limonidae</i>				+
	<i>Simuliidae</i>				+++
TRICLADI					
	<i>Planariidae</i>				
		<i>Crenobia</i>			+
		<i>Polycelis</i>			+
OLIGOCHETI					
	<i>Naididae</i>				+

ALTRI <i>Gordiidae</i> <i>Hidracarina</i>	+ /
--	--------

U.S.	16
U.S. di drift	7
I.B.E.	10/9
C.Q.	I/II

Stazione		a monte Loditor - Petit Monde	15-07-2009
ORDINE			abbondanze
FAMIGLIA		GENERE	
PLECOTTERI	<i>Chloroperlidae</i>	<i>Chloroperla</i>	*
	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctra</i>	+
	<i>Nemouridae</i>	<i>Nemoura</i>	+
		<i>Protonemura</i>	+
	<i>Perlodidae</i>	<i>Dyctiogenus</i>	*
		<i>Isoperla</i>	+
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	<i>Baëtis</i>	+
		<i>Ecdyonurus</i>	+
	<i>Heptagenidae</i>	<i>Epeorus</i>	*
		<i>Rhitrogena</i>	+
COLEOTTERI	<i>Hydraenidae</i>	*	
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>	+	
	<i>Rhyacophilidae</i>	+	
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>	+	
	<i>Chironomidae</i>	+	
	<i>Empididae</i>	+	
	<i>Limonidae</i>	+	
	<i>Simuliidae</i>	+	
TRICLADI	<i>Planariidae</i>	<i>Crenobia</i>	++
OLIGOCHETI	<i>Enchytraeidae</i>	+	
	<i>Haplotaixidae</i>	+	
	<i>Lumbriculidae</i>	+	

U.S.	18
U.S. di drift	4
I.B.E.	10
C.Q.	I

Stazione		Pierrey - Saint Barthélemy		9-07-2009	
ORDINE			abbondanze		
FAMIGLIA			GENERE		
PLECOTTERI					
	<i>Chloroperlidae</i>		<i>Chloroperla</i>		+
	<i>Leuctridae</i>		<i>Leuctra</i>		*
	<i>Nemouridae</i>		<i>Nemoura</i>		*
			<i>Protonemura</i>		+
	<i>Perlidae</i>		<i>Perla</i>		*
	<i>Perlodidae</i>		<i>Dictyogenus</i>		+
			<i>Isoperla</i>		+
EFEMEROTTERI					
	<i>Baetidae</i>		<i>Baëtis</i>		+
	<i>Heptagenidae</i>		<i>Ecdyonurus</i>		+
			<i>Epeorus</i>		+
			<i>Rhitrogena</i>		+
TRICOTTERI					
	<i>Limnephilidae</i>				+
	<i>Rhyacophilidae</i>				+
	<i>Sericostomitidae</i>				*
COLEOTTERI					
	<i>Hydraenidae</i>				*
DITTERI					
	<i>Athericidae</i>				*
	<i>Blephariceridae</i>				+
	<i>Ceratopogonidae</i>				*
	<i>Chironomidae</i>				+
	<i>Limonidae</i>				+
	<i>Simuliidae</i>				*

U.S.	13
U.S. di drift	8
I.B.E.	9
C.Q.	11

Stazione Ponte delle Maddalene- Ayasse		22-07-2009	
ORDINE	abbondanze		
	FAMIGLIA		
		GENERE	
PLECOTTERI	<i>Chloroperlidae</i>	<i>Chloroperla</i>	+
	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctra</i>	+
	<i>Nemouridae</i>	<i>Nemoura</i>	++
		<i>Protonemura</i>	+
	<i>Perlidae</i>	<i>Perla</i>	+
	<i>Perlodidae</i>	<i>Dictyogenus</i>	*
		<i>Isoperla</i>	+
	EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	<i>Baëtis</i>
<i>Heptagenidae</i>		<i>Ecdyonurus</i>	+
		<i>Epeorus</i>	+
		<i>Rhitrogena</i>	+
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>		+
	<i>Rhyacophilidae</i>		*
DITTERI	<i>Athericidae</i>		++
	<i>Blephariceridae</i>		+
	<i>Chironomidae</i>		+
	<i>Empididae</i>		+
	<i>Limonidae</i>		+
	<i>Simuliidae</i>		+
TRICLADI	<i>Planariidae</i>		
	<i>Crenobia</i>		+
OLIGOCHETI	<i>Haplotaixide</i>		+

U.S.	19
U.S. di drift	2
I.B.E.	10
C.Q.	1

Stazione		La Völla - Chalamy	31-07-2009
ORDINE		abbondanze	
FAMIGLIA			
		GENERE	
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>	<i>Leuctra</i>	+
	<i>Nemouridae</i>	<i>Nemoura</i>	++
		<i>Protonemura</i>	+
	<i>Perlidae</i>	<i>Dyctiogenus</i>	+
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	<i>Baëtis</i>	+
	<i>Heptagenidae</i>	<i>Ecdyonurus</i>	++
		<i>Epeorus</i>	+
		<i>Rhitrogena</i>	*
TRICOTTERI	<i>Beraeidae</i>		+
	<i>Hydropsichidae</i>		+
	<i>Philopotamidae</i>		+
	<i>Rhyacophilidae</i>		*
COLEOTTERI	<i>Elmidae</i>		+
	<i>Helodidae</i>		+
	<i>Hydraenidae</i>		*
DITTERI	<i>Athericidae</i>		+
	<i>Blephariceridae</i>		+
	<i>Chironomidae</i>		+
	<i>Limonidae</i>		+
	<i>Simuliidae</i>		+
TRICLADI	<i>Planariidae</i>	<i>Crenobia</i>	++

U.S.	18
U.S. di drift	3
I.B.E.	10
C.Q.	1

ALLEGATO 2

SCHEDA IBMWP

Stazione		Rifugio Bezzi - Dora di Valgrisenche	8-07-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Leuctricidae</i>		10
	<i>Perlodidae</i>		10
	<i>Taeniopterigidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>		7
	<i>Rhyacophilidae</i>		7
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>		10
	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Empididae</i>		4
	<i>Limonidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5

U.S.	13
IBMWP	90
Classe di qualità	II
IASPT	6,92

Stazione		Rifugio Benevolo - Dora di Rhêmes	10-08-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>		10
	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Perlodidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
DITTERI	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Limoniidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5
	<i>Tipulidae</i>		5

U.S.	9
IBMWP	57
Classe di qualità	III/II
IASPT	6,33

Stazione		Vaud - Buthier d'Ollomont	20-08-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>		10
	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Perlodidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
TRICOTTERI	<i>Rhyacophilidae</i>		7
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>		10
	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Empididae</i>		4
	<i>Limoniidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5
	<i>Thaumaleidae</i>		2
	<i>Tipulidae</i>		5

U.S.	13
IBMWP	80
Classe di qualità	II
IASPT	6,15

Stazione		Lys - Ponte tibetano	21-08-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>		10
	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Perlidae</i>		10
	<i>Perlodidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
	<i>Leptophlebiidae</i>		10
TRICOTTERI	<i>Hydropsichidae</i>		5
	<i>Limnephilidae</i>		7
	<i>Rhyacophilidae</i>		7
COLEOTTERI	<i>Elmidae</i>		5
	<i>Hydraenidae</i>		5
DITTERI	<i>Athericidae</i>		10
	<i>Blephariceridae</i>		10
	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Empididae</i>		4
	<i>Limonidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5
TRICLADI	<i>Planariidae</i>		5
OLIGOCHETI			1
ALTRI	<i>Gordiidae</i>		/
	<i>Hidracarina</i>		4

U.S.	21
IBMWP	135
Classe di qualità	I
IASPT	6,43

Stazione		a monte Loditor - Petit Monde	15-07-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Chloroperlidae</i>		10
	<i>Leuctridae</i>		10
	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Perlodidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>		7
	<i>Rhyacophilidae</i>		7
COLEOTTERI	<i>Hydraenidae</i>		5
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>		10
	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Empididae</i>		4
	<i>Limonidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5
TRICLADI	<i>Planariidae</i>		5
OLIGOCHETI			1

U.S.	15
IBMWP	101
Classe di qualità	I/II
IASPT	6,73

Stazione		Pierrey - Saint Barthélemy	9-07-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Chloroperlidae</i>		10
	<i>Leuctridae</i>		10
	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Perlidae</i>		10
	<i>Perlodidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>		7
	<i>Rhyacophilidae</i>		7
	<i>Sericostomatidae</i>		10
COLEOTTERI	<i>Hydraenidae</i>		5
DITTERI	<i>Athericidae</i>		10
	<i>Blephariceridae</i>		10
	<i>Ceratopogonidae</i>		4
	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Limonidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5

U.S.	17
IBMWP	125
Classe di qualità	I
IASPT	7,35

Stazione		Ponte delle maddalene - Ayasse		22-07-2009	
ORDINE			score		
FAMIGLIA					
			GENERE		
PLECOTTERI					
<i>Chloroperlidae</i>			10		
<i>Leuctridae</i>			10		
<i>Nemouridae</i>			7		
<i>Perlidae</i>			10		
<i>Perlodidae</i>			10		
EFEMEROTTERI					
<i>Baetidae</i>			4		
<i>Heptagenidae</i>			10		
TRICOTTERI					
<i>Limnephilidae</i>			7		
<i>Rhyacophilidae</i>			7		
DITTERI					
<i>Athericidae</i>			10		
<i>Blephariceridae</i>			10		
<i>Chironomidae</i>			2		
<i>Empididae</i>			4		
<i>Limonidae</i>			4		
<i>Simuliidae</i>			5		
TRICLADI					
<i>Planariidae</i>			5		
OLIGOCHETI			1		

U.S.	17
IBMWP	115
Classe di qualità	I
IASPT	6,76

Stazione		La Völla - Chalamy	31-07-2009
ORDINE			score
	FAMIGLIA	GENERE	
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>		10
	<i>Nemouridae</i>		7
	<i>Perlidae</i>		10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>		4
	<i>Heptagenidae</i>		10
TRICOTTERI	<i>Beraeidae</i>		10
	<i>Hydropsichidae</i>		5
	<i>Philopotamidae</i>		8
	<i>Rhyacophilidae</i>		7
COLEOTTERI	<i>Elmidae</i>		5
	<i>Helodidae</i>		3
	<i>Hydraenidae</i>		5
DITTERI	<i>Athericidae</i>		10
	<i>Blephariceridae</i>		10
	<i>Chironomidae</i>		2
	<i>Limonidae</i>		4
	<i>Simuliidae</i>		5
TRICLADI	<i>Planariidae</i>		5

U.S.	18
BMWP'	120
Classe di qualità	I
ASPT	6,67

ALLEGATO 3

SCHEDA STAR

Stazione		Rifugio Bezzi - Dora di Valgrisenche			08-7-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI			COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE	FAMIGLIA	Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	N. Individui contati + stimati	
PLECOTTERI	<i>Nemouridae</i>		4	3	7	7
	<i>Perlodidae</i>			1	1	10
	<i>Taeniopterigidae</i>			8	8	10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	1	2	8	11	4
	<i>Heptagenidae</i>		9	18	27	10
COLEOTTERI	<i>Dytiscidae</i>			1	1	3
TRICOTTERI	<i>Rhyacophilidae</i>			1	1	7
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>		1	1	2	10
	<i>Chironomidae</i>		73	107	180	2
	<i>Empididae</i>			1	1	4
	<i>Limoniidae</i>		2	1	3	4

	Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (17)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	1	3	6	10				
Numero individui	1	91	150	242				
Numero Famiglie	1	6	11	11				
Numero scoring taxa	1	6	11	11				
IBMWP				71				
IASPT				6,454545455	6,7	0,333	0,315609284	
(Sel_EPDT+1)				36				
Log10(Sel_EPDT+1)				1,556302501	2,139	0,266	0,193537384	
1-GOLD				0,231404959	0,822	0,067	0,018861475	
Numero famiglie				11	13	0,167	0,141307692	
Numero famiglie EPT				6	7	0,083	0,071142857	
Indice Shannon-Wiener				1,005319085	1,706	0,083	0,0489106	
STAR_ICMi					0,97		0,789369293	0,813782776
								Buono

Stazione		Rifugio Benevolo - Dora di Rhêmes				10-08-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI				COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE	FAMIGLIA	Sabbia	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	N. Individui contati + stimati	
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>			1		1	4
	<i>Heptagenidae</i>		2	9		11	10
DITTERI	<i>Chironomidae</i>	3	6	54	60	123	2
	<i>Simuliidae</i>			3		3	5

	Sabbia	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (17)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	1	2	3	4	10				
Numero individui	3	8	67	60	138				
Numero Famiglie	1	2	4	1	4				
IBMWP					21				
IASPT					5,25	6,7	0,333	0,230265067	
(Sel_EPDT+1)					12				
Log10(Sel_EPDT+1)					1,079181246	2,139	0,266	0,134203932	
1-GOLD					0,086956522	0,822	0,067	0,007087697	
Numero famiglie					4	13	0,167	0,051384615	
Numero famiglie EPT					2	7	0,083	0,023714286	
Indice Shannon-Wiener					0,423113391	1,706	0,083	0,020585235	
STAR_ICMi						0,97		0,467241723	0,481692498 Moderato

Stazione		Vaud - Buthier d'Ollomont				20-08-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI				COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE		Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	N. Individui contati + stimati	
	FAMIGLIA						
PLECOTTERI	<i>Nemouridae</i>	2	5	37		44	7
	<i>Perlodidae</i>	1		5		6	10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	21	29	131	6	187	4
TRICOTTERI	<i>Rhyacophilidae</i>		2	3	1	6	7
COLEOTTERI	<i>Elmidae</i>		1			1	5
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>			4		4	10
	<i>Chironomidae</i>	2		6	1	9	2
	<i>Empididae</i>			1		1	4
	<i>Limoniidae</i>	1		6		7	4
	<i>Simuliidae</i>			1		1	5
	<i>Thaumaleidae</i>				1	1	2

	Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (19)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	1	3	3	3	10				
Numero individui	27	37	194	9	267				
Numero Famiglie	5	5	9	4	11				
Numero scoring taxa					11				
IBMWP					60				
IASPT					5,454545455	4,7	0,333	0,244758221	
(Sel_EPDT+1)					46				
Log10(Sel_EPDT+1)					1,662757832	2,14	0,266	0,206679244	
1-GOLD					0,913857678	0,82	0,067	0,074668859	
Numero famiglie					11	13	0,167	0,141307692	
Numero famiglie EPT					4	7	0,083	0,047428571	
Indice Shannon-Wiener					1,151265915	1,71	0,083	0,055880158	
Indice STAR_ICMi						0,97		0,770722746	0,79 Buono

Stazione		Lys- Ponte Tibetano				21-08-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI				COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE		Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	N. Individui contati + stimati	
	FAMIGLIA						
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>	41	30	2	1	74	10
	<i>Nemouridae</i>	1	4			5	7
	<i>Perlodidae</i>	1		2		3	10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	29	7	119	151	306	4
	<i>Ephemerellidae</i>	4	4			8	7
	<i>Heptagenidae</i>	7	16	10		33	10
TRICOTTERI	<i>Rhyacophilidae</i>	1		7	7	15	7
COLEOTTERI	<i>Elmidae</i>	1		1		2	5
	<i>Dytiscidae</i>		1			1	3
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>	1		27	104	132	10
	<i>Chironomidae</i>	23	56	27	12	118	2
	<i>Empididae</i>	1	1	1		3	4
	<i>Limoniidae</i>	3	3	15		21	4
	<i>Simuliidae</i>	3	5	158	1357	1523	5
	<i>Thaumaleide</i>			1	1	2	2

GASTEROPODI <i>Ancylus</i>	1				1	6	
TRICLADI <i>Planariidae</i>	3	4	4	1	12		5
OLIGOCHETI <i>Lumbriculidae</i> <i>Naididae</i>	1 7	56	70	2	1 135		
ALTRI <i>Idracarina</i>	14	16	38	1	69		4

	Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (21)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	1	2	2	5	10				
Numero individui	142	203	482	1637	2464				
Numero famiglie	18	13	15	10	20				
Numero scoring taxa					19				
IBMWP					106				
IASPT					5,578947368	5,077	0,333	0,234742855	
(Sel_EPDT+1)					50				
Log10(Sel_EPDT+1)					1,698970004	2,69	0,266	0,168002238	
1-GOLD					0,214285714	0,87	0,067	0,016502463	
Numero famiglie					20	17	0,167	0,196470588	
Numero famiglie EPT					7	10	0,083	0,0581	
Indice Shannon-Wiener					1,491588082	1,56	0,083	0,079360135	
Indice STAR_ICMi						1		0,75317828	0,75 Buono

Stazione		a monte Loditor - Petit Monde			15-07-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI			COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE		Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	N. Individui contati + stimati	
	FAMIGLIA					
PLECOTTERI	<i>Leuctridae</i>	1	1		2	10
	<i>Nemouridae</i>	10	63	27	100	7
	<i>Perlodidae</i>	9	1	1	11	10
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	21	18	13	52	4
	<i>Heptagenidae</i>	6		2	8	10
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>	7	3	27	37	7
	<i>Rhyacophilidae</i>	2	5	2	9	7
COLEOTTERI	<i>Elmidae I</i>		1	1	2	5
DITTERI	<i>Blephariceridae</i>	6		2	8	10
	<i>Chironomidae</i>	32	203	20	255	2
	<i>Empididae</i>	3	1		4	4
	<i>Limonidae</i>	7	2	2	11	4
	<i>Simuliidae</i>	3	2	4	9	5

TRICLADI <i>Planariidae</i>	9	8	25	42	5 1 4
OLIGOCHETI <i>Lumbriculidae</i> <i>Enchytraidae</i>	12 1		1	12 2	
ALTRI <i>Idracarina</i>	7	5		12	

	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (23)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	4	1	5	10				
Numero individui	136	313	127	576				
Numero famiglie	16	13	13	17				
Numero scoring taxa				16				
IBMWP				95				
IASPT				5,9375	4,478	0,333	0,292806498	
(Sel_EPDT+1)				150				
Log10(Sel_EPDT+1)				2,176091259	2,78	0,266	0,208215926	
1-GOLD				0,477430556	0,91	0,067	0,03515148	
Numero famiglie				17	20	0,167	0,14195	
Numero famiglie EPT				7	11	0,083	0,052818182	
Indice Shannon-Wiener				1,903839248	2,14	0,083	0,073840494	
Indice STAR_ICMi					1		0,804782581	0,80 Buono

Stazione		Pierrey - Saint Barthélemy				9-07-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI				COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE		Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	N. Individui contati + stimati	
	FAMIGLIA						
PLECOTTERI							
	<i>Chloroperlidae</i>		9	1	1	11	10
	<i>Nemouridae</i>		3	4	1	8	7
	<i>Perlidae</i>		2			2	10
	<i>Perlodidae</i>		6			6	10
EFEMEROTTERI							
	<i>Baetidae</i>	1	28	9	23	61	4
	<i>Heptagenidae</i>	2	8	2	3	15	10
TRICOTTERI							
	<i>Limnephilidae</i>		14	3	2	19	7
	<i>Rhyacophilidae</i>		2	2	1	5	7
DITTERI							
	<i>Blephariceridae</i>		5	12	19	36	10
	<i>Chironomidae</i>		7	9	9	25	2
	<i>Limoniidae</i>	1	8		1	10	4

	Microlithal	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (25)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	1	3	3	3	10				
Numero individui	4	92	42	60	198				
Numero Famiglie	3	11	8	9	11				
IBMWP					81				
IASPT					7,363636364	4,824	0,333	0,370251018	
(Sel_EPDT+1)					28				
Log10(Sel_EPDT+1)					1,447158031	2,68	0,266	0,144	
1-GOLD					0,641414141	0,86	0,067	0,050	
Numero famiglie					11	19	0,167	0,097	
Numero famiglie EPT					8	11	0,083	0,060	
Indice Shannon-Wiener					2,040644562	1,78	0,083	0,095	
STAR_ICMi						1,01		0,816	0,81 Buono

Stazione		Ponte delle Maddalene - Ayasse				22-07-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI				COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE		Ghiaia	Mesolital	Macrolital	Megalital	N. Individui contati + stimati	
	FAMIGLIA						
PLECOTTERI	<i>Nemouridae</i>		16	11		27	7
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	1	32	29	8	70	4
	<i>Heptagenidae</i>		5	3		8	10
TRICOTTERI	<i>Limnephilidae</i>	3	16	6	1	26	7
DITTERI	<i>Athericidae</i>		2	3		5	10
	<i>Blephariceridae</i>		1		2	3	10
	<i>Chironomidae</i>	22	34	11	32	99	2
	<i>Empididae</i>	1				1	4
	<i>Limoniidae</i>	4	3	2		9	4
	<i>Psychodidae</i>		1			1	4
	<i>Simuliidae</i>		29	1	1	31	5
	<i>Stratiomyidae</i>	2				2	4
TRICLADI	<i>Planariidae</i>	1		2		3	5

OLIGOCHETI <i>Haplotaxidae</i>	1	1			2	1
ALTRI <i>Idracarina</i>		1			1	4

	Ghiaia	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (25)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	1	2	2	5	10				
Numero individui	35	141	68	44	288				
Numero Famiglie	8	12	9	5	15				
Numero scoring taxa					15				
IBMWP					81				
IASPT					5,4	4,824	0,333	0,234701493	
(Sel_EPDT+1)					64				
Log10(Sel_EPDT+1)					1,806179974	2,68	0,266	0,179270102	
1-GOLD					0,475694444	0,86	0,067	0,037059916	
Numero famiglie					15	19	0,167	0,131842105	
Numero famiglie EPT					4	11	0,083	0,030181818	
Indice Shannon-Wiener					1,891136708	1,78	0,083	0,088182217	
Indice STAR_ICMi						1,01		0,701237651	0,69 Sufficiente

Stazione		La Völla - Chalamy			31-07-2009	SCORE
		MICROHABITAT MINERALI			COMUNITA' CAMPIONATA	
ORDINE		Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	N. Individui contati + stimati	
	FAMIGLIA					
PLECOTTERI	<i>Chloroperlidae</i>	1			1	10
	<i>Leuctridae</i>	7			7	10
	<i>Nemouridae</i>	56	4	2	62	7
EFEMEROTTERI	<i>Baetidae</i>	355	42	37	434	4
	<i>Leptophlebitidae</i>	6			6	10
	<i>Heptagenidae</i>	91	1	5	97	10
TRICOTTERI	<i>Hydropsichidae</i>	9	1		10	5
	<i>Odontoceridae</i>	2			2	10
	<i>Rhyacophilidae</i>	2			2	7
COLEOTTERI	<i>Dytiscidae</i>	1			1	3
	<i>Elminthidae</i>	4			4	5
	<i>Helodidae</i>	1			1	3

DITTERI	<i>Athericidae</i>	9		1	10	10
	<i>Blephariceridae</i>		3	2	5	10
	<i>Chironomidae</i>	34	14	5	53	2
	<i>Limonidae</i>	4			4	4
	<i>Simuliidae</i>	2	9	15	26	5
TRICLADI	<i>Planariidae</i>	38			38	5
ALTRI	<i>Idracarina</i>	14		1	15	4

	Mesolithal	Macrolithal	Megalithal	Valori delle metriche	Valore di riferimento (25)	Peso	Valori normalizzati e pesati	ICMi rinormalizzato
Numero repliche	3	4	3	10				
Numero individui	636	74	68	778				
Numero Famiglie	18	7	8	19				
IBMWP				104				
IASPT				5,473684211	4,824	0,333	0,239787903	
(Sel_EPDT+1)				178				
Log10(Sel_EPDT+1)				2,250420002	2,68	0,266	0,223	
1-GOLD				0,87403599	0,86	0,067	0,068	
Numero famiglie				19	19	0,167	0,167	
Numero famiglie EPT				7	11	0,083	0,053	
Indice Shannon-Wiener				1,590811566	1,78	0,083	0,074	
STAR_ICMi					1,01		0,825	0,817 Buono