

Habitat Time Series Analysis e calcolo su base biologica del deflusso minimo vitale

Sara Chiussi*, Cristina Bondavalli, Antonio Bodini

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma, Parco Area delle Scienze 11/A – 43124 Parma

* Referente per la corrispondenza: sara.chiussi@gmail.com

Pervenuto il 7.11.2010, accettato il 18.1.2011

RIASSUNTO

Questo lavoro completa un precedente studio dell'applicazione della metodologia IFIM al Fiume Taro (provincia di Parma) con l'impiego dell'Habitat Time Series Analysis per l'individuazione del DMV e delle portate significative per la gestione del corso d'acqua nei mesi della derivazione irrigua. Tale analisi ha consentito di tarare i risultati precedentemente ottenuti attraverso l'elaborazione dei dati storici di portata e di ottenere così indicazioni gestionali ancora più specifiche per il corso d'acqua oggetto di studio. È stato quindi possibile individuare: a) una Portata di Criticità, intesa come limite di sopravvivenza delle specie ittiche considerate; b) un Limite Inferiore, cioè una portata minore della precedente che può essere tollerata per limitati periodi di tempo; c) la Durata Continua Massima Accettabile, cioè il numero di giorni continuativi per cui si può accettare un deflusso più basso della Portata di Criticità ma non del Limite Inferiore. Sulla base di questi risultati si sono individuate indicazioni gestionali maggiormente articolate rispetto al solo DMV, modulandole in funzione della presenza/assenza delle specie ittiche di riferimento nei mesi estivi.

PAROLE CHIAVE: Deflusso Minimo Vitale / IFIM / Habitat Time Series Analysis / prelievi idrici / Fiume Taro

Habitat Time Series Analysis and Minimum River Flow assessment

This paper updates a previous study on the Taro River (Province of Parma, Italy) through the application of the Habitat Time Series Analysis, aiming to define Minimum Flow and other flow conditions/limits which are detrimental for fish species survival. We identified three flow limits:

- a) the Critical Flow, intended as the minimum conditions for survival of target fish species;
- b) the Lower Flow Limit, that is a flow smaller than the Critical one and has no effects on target species only for short periods;
- c) the Maximum Acceptable Continuous Duration, that is the number of following days with flows in between the Critical and Lower Limits. According to these results we defined some management instructions more structured respect the only value of Minimum Flow and modulated by presence/absence of target fish species.

KEY WORDS: Minimum River Flow / IFIM / Habitat Time Series / water withdrawal / Taro River

INTRODUZIONE

Nella Direttiva 2000/60/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, di particolare rilievo è l'attenzione che viene posta alla valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici, da effettuarsi mediante l'analisi delle componenti biologiche, inclusa la fauna ittica (TANCIONI *et al.*, 2005).

In Italia, già con il Decreto Legislativo n. 152 del 11.05.1999 e, successivamente, con il Decreto Legislativo n. 152 del 3.04.2006 "Norme in materia ambientale", sono stati definiti obiettivi di tutela fra cui il perseguimento di usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili, il mantenimento della capacità naturale d'autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità vegetali e animali ampie e ben diversificate.

Conservazione e ripristino degli ambienti fluviali sono funzionali anche agli obiettivi della Direttiva Eu-

ropea 92/43/CEE (Direttiva Habitat), nella quale diverse specie ittiche che popolano i fiumi italiani compaiono nelle liste di quelle a rischio e sottoposte a tutela.

La riqualificazione ecologica dei corsi d'acqua e la conservazione delle loro componenti biologiche devono essere sostenute da disposizioni legislative, regolamenti attuativi e linee guida gestionali fondati su conoscenze scientifiche robuste, all'interno delle quali siano identificabili in modo univoco indicatori e indici oggettivi. Tra questi fattori, il Deflusso Minimo Vitale (DMV) è considerato fondamentale per la gestione dei corpi idrici superficiali. La forte riduzione della portata in un corso d'acqua comporta una serie di impatti di tipo morfologico, fisico, chimico e biologico ed incide profondamente sulla qualità dell'ittiofauna, in particolare sulle specie più esigenti in fatto di qualità delle acque e di temperature massime (LAMOUROUX *et al.*, 1999; CANDELA *et al.*,

2006; REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2006-2010). Studi recenti hanno dimostrato che negli ecosistemi fluviali le dinamiche e la variabilità del deflusso si riflettono sull'habitat fisico plasmando in questo modo composizione e struttura delle comunità acquatiche (POFF *et al.*, 1997; RICHTER *et al.*, 1997). È quindi fondamentale considerare non solamente l'intensità di un impatto ma anche durata e frequenza (PARASIEWICZ, 2008). Il protrarsi nel tempo di basse portate determina la progressiva riduzione di velocità della corrente, turbolenza e profondità dell'acqua a cui sono di norma associati l'aumento della temperatura e delle concentrazioni degli inquinanti e la diminuzione dell'ossigeno disciolto, con possibili stress per tutta la comunità acquatica (HEWLETT e HIBBERT, 1967; PARASIEWICZ, 2004). Il deterioramento della qualità delle acque causa la perdita delle componenti biologiche di maggiore pregio che vengono sostituite da specie con un ampio spettro di tolleranza e che sono in grado di adattarsi velocemente a condizioni di basso deflusso e di stagnazione (POFF e WARD, 1989; KINSOLVING e BAIN, 1993).

La determinazione del DMV su base biologica si fonda su procedure di simulazione dell'habitat fluviale derivate dai dati di tipo idraulico, morfologico e biologico, dalle quali si ottiene la relazione tra portata e Area Disponibile Ponderata (ADP) per una data specie ittica nelle diverse fasi del ciclo biologico. L'ADP misura la quantità di habitat che è necessaria per sostenere una certa specie ittica; in base al valore dell'ADP si possono pertanto stabilire le condizioni critiche di portata per i differenti stadi di sviluppo di quella specie ittica (CAPRA *et al.*, 1995, CHIUSI *et al.*, 2009). L'abbondanza e la struttura di una popolazione ittica in un dato istante dipendono però soltanto in minima parte dalla portata istantanea; infatti sono soprattutto influenzate dalle variazioni di portata nel periodo precedente l'osservazione e, in particolare, da lunghezza ed entità dei periodi di stress idrico (CAPRA *et al.*, 1995; GINOT *et al.*, 1998).

Questo lavoro ha come obiettivo lo studio dell'Area Disponibile Ponderata e del DMV sulla base delle serie temporali di portata del Fiume Taro, preso come caso di studio e oggetto di indagine nel corso degli anni passati (CHIUSI *et al.*, 2009). In particolare, le relazioni ADP-Portata elaborate da CHIUSI *et al.* (2009) sono implementate con la costruzione a) delle *Habitat Time Series* e b) delle *Continuous Under Thresholds Curves*.

MATERIALI E METODI

La capacità predittiva della metodologia è data dall'utilizzo delle serie storiche di habitat (*Habitat Time Series*) che si ottengono assegnando ai valori di portata giornaliera di una serie idrologica il corrispondente valore di ADP, ottenuto sulla base delle relazioni ADP-

Portata. Da queste serie è possibile costruire le curve di durata dell'habitat, analoghe a quelle della portata, e le *Continuous Under Thresholds Curves (CUT Curves)*: CAPRA *et al.*, 1995), che costituiscono il punto focale dell'analisi. Queste curve mettono in relazione due diverse grandezze. La prima identifica i periodi in cui l'habitat disponibile per una determinata specie si mantiene al di sotto di un certo valore (*threshold*) in maniera continuativa (*continuous durations*). La seconda è rappresentata dalla frequenza cumulata con cui questi periodi si ripetono in tutta la serie storica.

Nel presente studio è stata utilizzata la versione del metodo messa a punto da PARASIEWICZ (2008), in cui le *CUT Curves* introdotte da CAPRA *et al.* (1995) sono state modificate e denominate *Uniform Continuous Under Thresholds Curves (UCUT Curves)*.

Le *UCUT Curves* descrivono durata e frequenza di ogni evento (*habitat event*), cioè di ogni singolo valore che l'habitat assume, per un determinato periodo del ciclo biologico o bioperiodo (es. riproduzione, stadi giovanili). In ogni bioperiodo, la gestione del deflusso e delle condizioni d'habitat ha effetti specie-specifici significativi (PARASIEWICZ, 2007);

Le *UCUT Curves*, inoltre, includono anche le durate che si presentano con frequenza nulla, cioè gli *habitat event* che non si verificano nell'arco della serie storica analizzata.

Queste caratteristiche facilitano l'identificazione di tutte le possibili *continuous durations* e non solamente di quelle che compaiono nella serie storica, e quindi anche degli *habitat event* significativi agli scopi dell'analisi, (PARASIEWICZ, 2008).

La procedura di costruzione delle *UCUT Curves* viene ripetuta per un intero set di soglie di ADP identificate a partire dal valore minimo rilevato nella serie storica dell'habitat ed incrementandolo di un valore costante. L'entità dell'incremento viene stabilita su basi iterative, cioè cambiandone l'ampiezza fino a quando non si riconosce un *pattern* chiaro dove sia possibile riconoscere specifiche regioni in cui la presenza delle curve è più o meno concentrata (Fig. 1).

Quest'ultima caratteristica è fondamentale per l'interpretazione delle curve al fine di identificare eventi comuni e rari attraverso la loro forma e la distanza tra le stesse. La lettura del grafico della figura 1 si compone di due passaggi.

1. Attraverso la selezione delle curve dal grafico si procede alla classificazione degli *Habitat Stressor Thresholds (HSTs)*, cioè delle soglie d'habitat significative, in eventi estremo, raro, critico e comune;
2. Attraverso la localizzazione dei punti di flesso sulle soglie d'habitat significative si procede all'identificazione delle durate critiche.

Le soglie d'habitat significative sono definite in base

ai livelli di stress a cui la fauna ittica è sottoposta.

- *Evento estremo (Extreme Habitat Event Threshold – Extreme HST)*: indica il massimo dello stress ambientale ed è l’habitat minimo (diverso da habitat nullo) che si può verificare in condizioni naturali;
- *Evento raro (Rare HST)*: si presenta con frequenze molto basse e solamente per un breve periodo di tempo;
- *Evento critico (Critical HST)*: pur essendo più frequente dell’evento raro, delinea una gamma di condizioni in cui è probabile che la fauna ittica sia ancora sottoposta a rischi anche elevati;
- *Evento comune (Common HST)*: delinea circostanze in cui non vi è stress per la fauna ittica.

La posizione relativa di una curva sul grafico definisce la quantità d’habitat corrispondente e la sua rilevanza ecologica (PARASIEWICZ, 2008). Le curve caratterizzanti gli eventi con bassa disponibilità d’habitat sono localizzate nell’angolo sinistro e si presentano ripide e molto vicine tra loro. La prima di queste rappresenta l’evento estremo (curva “EXTREME” in Fig. 1), successivamente al crescere degli *habitat events* il pattern delle UCUT Curves cambia rapidamente e le distanze tra le curve aumentano. Si seleziona la curva più alta nel gruppo degli eventi rari (angolo in basso a sinistra) come soglia per questa tipologia di eventi (curva “RARE” in Fig. 1). La curva successiva viene identificata come limite rappresentativo per gli eventi di livello critico (curva “CRITICAL” in Fig. 1). Al di sopra di questa, le curve si trovano generalmente a una distanza maggiore rispetto al gruppo precedente ma rimangono comunque ancora abbastanza vicine tra loro. La curva situata appena al di fuori e al di sopra di

questo gruppo e identificante un cambio rapido nella frequenza degli eventi viene considerata come demarcatrice di una situazione in cui iniziano a verificarsi eventi comuni (curva “COMMON” in Fig. 1).

I punti di flesso sulle UCUT Curves definiscono dei cambiamenti evidenti nella frequenza di accadimento. L’identificazione dei due punti di flesso più marcati su una curva permette di riconoscere due diverse categorie di eventi (*duration events*):

1. *Evento persistente*; questi eventi si ripresentano in genere a distanza di qualche anno e sono inusuali alla scala intra-annuale (non si presentano più di due volte nell’arco dello stesso anno). La loro frequenza è comunque significativa e può influenzare i processi ecologici che regolano il ciclo vitale di individui di una generazione (POFF e WARD, 1990). Le durate identificate come eventi persistenti sono localizzate in corrispondenza del punto di flesso più evidente situato nella parte bassa della curva (cerchio chiaro sulle soglie d’habitat identificate in Fig. 1), questo indica la più lunga durata che comunemente si verifica con habitat al di sotto della soglia considerata.
2. *Evento catastrofico*; si intendono le secche eccezionali di lunga durata (anche più di un mese), cioè quegli eventi che in genere avvengono con cadenza decennale. Le conseguenze di questi eventi condizionano molteplici generazioni (POFF e WARD, 1990). Le durate identificate come eventi catastrofici sono localizzate in corrispondenza del punto di flesso più evidente situato nella parte alta della curva (cerchio scuro sulle soglie d’habitat identificate in Fig. 1). Come evento catastrofico si sceglie la più corta

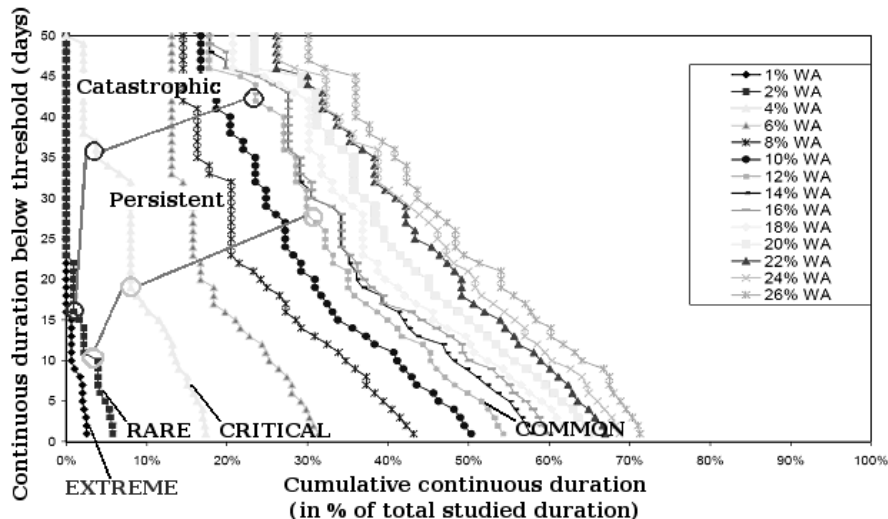


Fig. 1. UCUT Curves: determinazione delle HST. Ogni curva del diagramma rappresenta la durata cumulativa di eventi durante i quali l’habitat è inferiore ad una certa soglia (asse X) per durate continue di giorni specificate sull’asse Y. Il valore dell’incremento è calcolato come percentuale dell’area di alveo bagnato (WA = Wetted Area). Le curve marcate con i cerchi sono quelle che identificano le soglie d’habitat per le tipologie di eventi raro, critico e comune; i punti di flesso evidenziano le durate di tipo persistente (cerchio grigio) o catastrofico (cerchio nero) ad essi associate (PARASIEWICZ *et al.*, 2007).

durata fra quelle più lunghe che si verificano una sola volta nel periodo investigato di almeno 5 decenni.

Se gli eventi persistenti e catastrofici si verificano troppo spesso possono costituire importanti fattori di disturbo ed avere effetti negativi sulla fauna (PARASIEWICZ, 2008).

In questo lavoro viene presentata una prima esperienza di applicazione delle *Time Series Analysis* tramite *UCUT Curves* sul Fiume Taro (Provincia di Parma), utilizzando l'unica serie di dati idrografici disponibile (2000-2008). I dati giornalieri sono completi in tutti gli anni della serie solamente per il periodo Giugno-Settembre, quando sono attive le derivazioni irrigue. La stazione idrologica a cui si fa riferimento è situata a Fornovo Taro (PR) e il deflusso misurato è al netto delle quote prelevate nei bacini montani. La stazione si trova però a monte del Canale del Duca, localizzato in sinistra idrografica, che è la prima delle derivazioni irrigue che si incontrano percorrendo da monte a valle il Parco Regionale del Fiume Taro. Il Parco è l'ente preposto alla tutela e alla gestione del SIC e ZPS Medio Taro IT4020021 entro cui si colloca il tratto di Fiume Taro oggetto di studio. Quest'ultima precisazione è necessaria in quanto i risultati qui esposti integrano quelli presentati in CHIUSI *et al.*, 2009, il cui obiettivo era appunto la stima del DMV specifico per il tratto di corso compreso entro i confini del Parco.

RISULTATI

Le diverse componenti ittiche su cui si è basato questo studio, sono indicate nella tabella I; il periodo di riferimento differisce da una componente all'altra in ragione del ciclo biologico. Le analisi sono state ripetute utilizzando i dati delle simulazioni delle campagne di rilievo in alveo condotte in tre momenti idrologicamente differenti del periodo estivo nell'anno 2009 (25/06, 21/07 e 01/09).

Inizialmente sono state stimate le relazioni ADP-Portata adottando la metodologia descritta in CHIUSI *et al.* (2009). L'analisi di queste curve ha permesso l'identificazione delle due portate significative utili che sono quella corrispondente alla Soglia d'Accrescimen-

to del Rischio (SAR), limite al di sotto del quale il valore di ADP crolla rapidamente e l'ADP OTT, che corrisponde alla massima quantità di habitat che l'alveo può offrire nel tratto in esame e che non necessariamente si realizza nell'arco di una serie storica.

Partendo dalle relazioni ADP-Portata si sono costruite le *Habitat Time Series* per ciascuna componente ittica e successivamente le *UCUT Curves* estive. Tali curve vengono costruite per un intero set di soglie di ADP a partire dall'habitat minimo (evento estremo) incrementandolo di un valore costante che in questo studio equivale ad una percentuale della quantità massima di ADP che si realizza nell'arco della serie storica. Tale incremento (da qui in poi indicato come percentuale dell'ADP MAX) varia, tra le diverse componenti, dal 2 al 3 %.

Successivamente si è proceduto all'individuazione degli *habitat events* rari, critici e comuni e, data la brevità della serie utilizzata, si è preferito procedere all'identificazione unicamente del *duration event di carattere persistente*.

Per ciascuna analisi, una volta messa in evidenza la soglia relativa alla portata corrispondente alla SAR, si identificano:

- un limite inferiore alla SAR; a seconda della posizione della SAR questo limite può essere identificato nell'evento comune, qualora la SAR si trovi nella zona a questo superiore, oppure nell'evento critico più alto cioè quello demarcante il limite tra eventi critici ed eventi comuni; nel presente lavoro questa grandezza è stata denominata Limite Inferiore;
- la durata continua massima (espressa in numero di giorni) per cui è accettabile scendere sotto la SAR facendo attenzione a rispettare comunque il limite inferiore alla SAR; nel presente lavoro questa grandezza è stata denominata Durata Continua Massima Accettabile e indicata anche con la sigla DCMA.

Il quadro complessivo delle analisi delle *UCUT Curves* ha mostrato che la SAR individuata dalle relazioni ADP-Portata si trova generalmente nella zona degli eventi comuni o a cavallo tra questa e la regione degli eventi critici. Solo in pochi casi si localizza più in basso

Tab. I. Elenco delle componenti ittiche su cui è stata effettuata l'analisi tramite *UCUT Curves*. Nella colonna a destra viene specificato il periodo di presenza stagionale nella struttura di comunità ittica, cioè i mesi dell'anno interessati dalla analisi.

| Habitat Time Series 2000/2008 | |
|---|----------------------------------|
| Componente ittica | Bioperiodo di riferimento |
| Lasca (<i>Chondrostoma genei</i> , Bonaparte 1839) giovani | UCUT Curves Giugno-Settembre |
| Lasca adulti | UCUT Curves Giugno-Settembre |
| Vairone (<i>Leuciscus souffia</i> , Risso 1826) giovani | UCUT Curves Agosto-Settembre |
| Vairone adulti | UCUT Curves Giugno-Settembre |
| Barbo (<i>Barbus plebejus</i> , Bonaparte 1839) giovani | UCUT Curves Luglio-Settembre |

restando comunque sempre ampiamente entro la regione degli eventi critici. Nell'arco della serie storica considerata non è quindi insolito che il deflusso rimanga al di sotto di tale soglia: si verificano periodi di varia durata in cui il deflusso scende per un insieme di cause naturali ed antropiche.

In quest'ottica si è dunque proceduto a "correggere" il valore della SAR dedotto dalle relazioni ADP-Portata qualora questo si fosse posizionato tra gli eventi critici o rari preferendo un valore più cautelativo indicato come SAR_{COR} ed equivalente all'*evento comune* (*Common HST*); in questi casi il limite inferiore è stato identificato nell'evento critico più alto.

Si riportano due esempi completi di analisi delle *UCUT Curves* ottenute con i dati di simulazione del giorno 21/07 relativi alle due componenti "individui giovani di lasca" (Figg. 2 e 3; Tab. II) e "individui adulti di lasca" (Figg. 4 e 5; Tab. III).

Per gli individui giovani di lasca la SAR ricavata dalla relazione ADP-Portata corrisponde a portate di circa 1,6 m³/s e si trova nella regione degli eventi comuni. Sulla base dei criteri sopra esplicitati si considera questa SAR accettabile e si prende come Limite Inferiore il primo degli eventi comuni che si realizza, come descritto nella tabella II, a portate di 1,5 m³/s ed assicura il 91% dell'ADP MAX della serie storica. La DCMA con livelli di habitat inferiori alla SAR è di 16 giorni.

Per gli individui adulti di lasca la SAR ricavata dalla relazione ADP-Portata corrisponde a portate di circa 1,4 m³/s e si trova nella regione degli eventi critici. In questo caso la SAR viene considerata come Limite Inferiore mentre dalle *UCUT Curves* si ricava la SAR_{COR} prendendo a riferimento il primo degli eventi comuni che corrisponde a portate di 1,6 m³/s e che

assicura il 97% dell'ADP MAX. La DCMA con livelli di habitat inferiori alla SAR_{COR} è di 12 giorni.

I risultati parziali così ottenuti sono stati aggregati in tabelle riassuntive per ciascuna componente ittica (Tab. IV e V) e tabelle riassuntive in cui si sono confrontate tutte le componenti ittiche tenendo conto della composizione mensile della comunità ittica (Tab. VI). Secondo i criteri utilizzati in CHIUSI *et al.* (2009) è stato quindi possibile stabilire per ogni simulazione (Tab. VII):

- una *Portata Di Criticità*, scegliendo per ogni mese del periodo indagato il valore di SAR o SAR_{COR} più alto tra quelli delle componenti ittiche presenti nella struttura comunità;
- un *Limite Inferiore* cioè una portata più bassa della precedente a cui ci si può spingere per periodi non più lunghi di una determinata Durata Continua Massima Accettabile; in genere tale Limite viene stabilito dalla stessa componente che determina anche la Portata di Criticità;
- la *Durata Continua Massima Accettabile* relativa al Limite Inferiore prescelto.

I valori così stabiliti per ogni simulazione sono stati successivamente accorpate in un'unica tabella (Tab. VIII): per ciascuna delle tre grandezze prese in esame si è definito l'intervallo di riferimento mensile utilizzando i valori più piccolo e più grande tra quelli delle simulazioni; si è assunto che il valore di ciascuna grandezza sia compreso nel corrispondente intervallo e che quest'ultimo cambi in relazione alle variazioni della struttura di comunità.

DISCUSSIONE

La metodologia presentata in questo lavoro arricchisce il risultato principale delle procedure di simulazioni

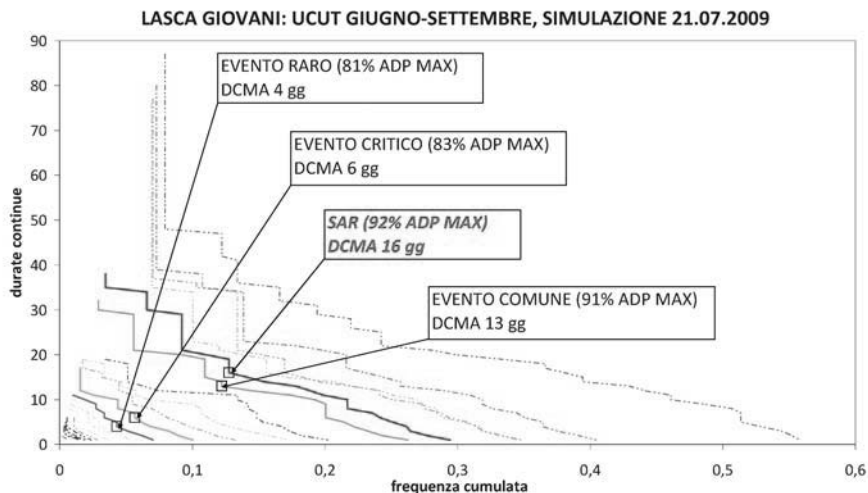


Fig. 2. LASCA GIOVANI: *UCUT Curves* costruite con la serie storica 2000-2008 relativamente al periodo di presenza della componente nella comunità ittica (giugno-settembre). Le curve sono state costruite utilizzando i risultati della simulazione condotta con le misure raccolte su campo nel giorno 21 luglio 2009. È rappresentata anche la curva relativa alla SAR; i quadrati con bordo nero evidenziano i punti di flesso corrispondenti ai *duration event* di carattere persistente per tutti gli *habitat event* individuati.

d'habitat attraverso lo studio dell'influenza che una modificazione della portata può avere sull'evoluzione temporale dell'ADP (GINOT *et al.*, 1998). Utilizzando frequenza e durata di eventi in cui la quantità d'habitat disponibile si mantiene al di sotto di determinati valori è possibile sviluppare tecniche predittive relative all'habitat potenziale. Riguardo a questa assunzione, si segnala che alcuni studi hanno provato la correlazione tra la consistenza di una popolazione ittica e la previsione di habitat potenziale (STALNAKER, 1979; JOWETT, 1992) mentre altri non hanno rilevato alcuna relazione significativa (ORTH e MAUGHAN, 1982; SCOTT e SHIRVELL, 1987).

L'analisi delle serie storiche di habitat porta comun-

que ad una maggiore articolazione del concetto di Deflusso Minimo Vitale non solo nei confronti dei metodi di stima su base idrologica ma anche in relazione all'utilizzo delle curve ADP-portata (CHIUSSI *et al.* 2009) ed espandendo il metodo più comune a livello internazionale che distingue unicamente tra due tipi di condizioni fluviali relativamente all'habitat della fauna ittica: una caratterizzata da una portata soglia al di sotto della quale è da ritenersi realistico il verificarsi di eventi disastrosi (quali l'estinzione di una o più specie) e una caratterizzata da tutte le altre portate (HUDSON *et al.*, 2003; USGS, 2001). Al concetto di Deflusso Vitale, inteso come una portata che assicura condizioni idonee ad uno sviluppo ottimale delle comunità ittiche, e di Portata di Criticità,

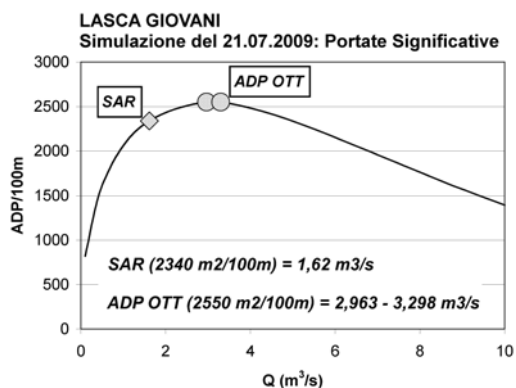


Fig. 3. LASCA GIOVANI: Relazione ADP - Portata ottenuta con le misure raccolte su campo nel giorno 21 luglio 2009. Sono evidenziate SAR e ADP OTT per le quali si riportano sia la portata caratteristica (espressa in m³/s) sia la quantità d'habitat corrispondente (espressa in m² per tratti di corso d'acqua di lunghezza standard pari a 100 m).

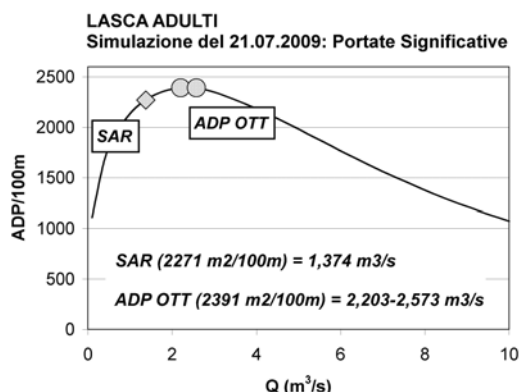


Fig. 5. LASCA ADULTI: Relazione ADP - Portata ottenuta con le misure raccolte su campo nel giorno 21 luglio 2009. Sono evidenziate SAR e ADP OTT per le quali si riportano sia la portata caratteristica (espressa in m³/s) sia la quantità d'habitat corrispondente (espressa in m² per tratti di corso d'acqua di lunghezza standard pari a 100 m).

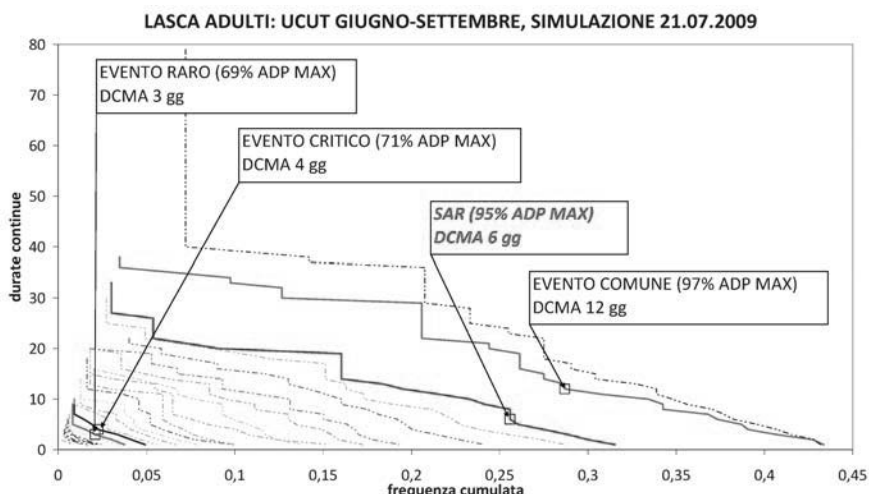


Fig. 4. LASCA ADULTI: UCUT Curves costruite con la serie storica 2000-2008 relativamente al periodo di presenza della componente nella comunità ittica (giugno-settembre). Le curve sono state costruite utilizzando i risultati della simulazione condotta con le misure raccolte sul campo nel giorno 21 luglio 2009. È rappresentata anche la curva relativa alla SAR; i quadrati con bordo nero evidenziano i punti di flesso corrispondenti ai *duration event* di carattere persistente per tutti gli *habitat event* individuati.

concepita invece come limite di sopravvivenza (CHIUSI *et al.*, 2009), si aggiungono altre due grandezze che potrebbero rivelarsi molto importanti nella gestione delle derivazioni: la Durata Continua Massima Accettabile (DCMA), e il Limite Inferiore. La DCMA è il massimo numero di giorni continuativi in cui, ai fini della sopravvivenza della specie in esame, è tollerabile che il deflusso scenda al di sotto della la Portata di Criticità ma resti comunque compreso tra questa e il Limite Inferiore. Lo strumento operativo prodotto da questo studio è rappresentato nella Tab. VIII. Facendo ad esempio riferimento al mese di agosto i dati contenuti in tabella dovrebbero essere usati come segue: qualora la portata scenda al di sotto della Portata di Criticità (2-2,5 m³/s) l'ente gestore dovrà operare in modo da mantenere il deflusso al di sopra del Limite Inferiore limitando tali condizioni ad una durata inferiore a 14 giorni. Si sottolinea, inoltre,

che la portata corrispondente al Limite Inferiore, pari a 1,6 m³/s, corrisponde al DMV idrologico come calcolato nel Piano di Tutela delle Acque (REGIONE EMILIA ROMAGNA, 2005).

Per definire in che misura le azioni di conservazione e ripristino possano contrastare gli effetti delle alterazioni umane è necessario capire in primo luogo il funzionamento di ciascun sistema in condizioni inalterate e, successivamente, come le diverse attività umane hanno impattato sulle sue dinamiche (NAIMAN *et al.*, 1995; BERNHARDT *et al.*, 2005). In molti corsi d'acqua il regime dei prelievi e le variazioni del regime idrologico causate dal cambiamento climatico hanno completamente alterato l'assetto dell'ecosistema fluviale eliminando le tracce residue di naturalità. Inoltre mancano informazioni o serie storiche di dati sufficientemente lunghe da poter ricostruire l'evoluzione nel tempo dei

Tab. II. LASCA GIOVANI: *Habitat event* individuati dall'interpretazione delle *UCUT Curves* costruite sulla base della relazione ADP-Portata del 21.07.2009.

| 21.07.2009 | PORTATA | ADP | %ADPMAX | DURATA TIPICA |
|----------------|-------------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| MAX | ~ 3.4 m ³ /s | ~ 2540 m ² /100m | - | - |
| EVENTO RARO | ~ 1 m ³ /s | ~ 2055 m ² /100m | 81% | 4 giorni |
| EVENTO CRITICO | ~ 1.2 m ³ /s | ~ 2105 m ² /100m | 83% | 6 giorni |
| EVENTO COMUNE | ~ 1.5 m ³ /s | ~ 2309 m ² /100m | 91% | 16 giorni |

Tab. III. LASCA ADULTI: *Habitat* individuati dedotti dall'interpretazione delle *UCUT Curves* costruite sulla base della relazione ADP-Portata del 21.07.2009.

| 21.07.2009 | PORTATA | ADP | %ADPMAX | DURATA TIPICA |
|----------------|-------------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| MAX | ~ 2.2 m ³ /s | ~ 2390 m ² /100m | - | - |
| EVENTO RARO | ~ 0.4 m ³ /s | ~ 1648 m ² /100m | 69% | 3 giorni |
| EVENTO CRITICO | ~ 0.4 m ³ /s | ~ 1696 m ² /100m | 71% | 4 giorni |
| EVENTO COMUNE | ~ 1.6 m ³ /s | ~ 2318 m ² /100m | 97% | 12 giorni |

Tab. IV. LASCA GIOVANI: Sintesi dei risultati di tutte la simulazioni secondo l'analisi delle *UCUT Curves*.

| LASCA GIOVANI | 25 giugno 2009 | | | 21 luglio 2009 | | | 01 settembre 2009 | | |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|-----------|
| | Portate m ³ /s | ADP/100m m ² /m | N. giorni | Portate m ³ /s | ADP/100m m ² /m | N. giorni | Portate m ³ /s | ADP/100m m ² /m | N. giorni |
| SAR o SAR _{COR} | 1.9 | 2162 | \ | 1.6 | 2340 | \ | 1.9 | 2556 | \ |
| Limite Inferiore | 1.55 | 2090 | \ | 1.5 | 2309 | \ | 1.5 | 2423 | \ |
| DCMA | \ | \ | 13 | \ | \ | 16 | \ | \ | 15 |

Tab. V. LASCA ADULTI: Sintesi dei risultati di tutte la simulazioni secondo l'analisi delle *UCUT Curves*.

| LASCA ADULTI | 25 giugno 2009 | | | 21 luglio 2009 | | | 01 settembre 2009 | | |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|-----------|
| | Portate m ³ /s | ADP/100m m ² /m | N. giorni | Portate m ³ /s | ADP/100m m ² /m | N. giorni | Portate m ³ /s | ADP/100m m ² /m | N. giorni |
| SAR o SAR _{COR} | 1.9 | 2132 | \ | 1.6 | 2318 | \ | 1.3 | 2392 | \ |
| Limite Inferiore | 1.5 | 2087 | \ | 1.4 | 2271 | \ | 0.75 | 2085 | \ |
| DCMA | \ | \ | 16 | \ | \ | 12 | \ | \ | 15 |

corsi d'acqua (PARASIEWICZ, 2007). Alla luce di queste considerazioni i risultati di questo lavoro devono essere interpretati tenendo conto delle peculiarità della realtà territoriale in cui si è operato in quanto le condizioni qui identificate come critiche non rispecchiano una criticità naturale ma uno stress di origine antropica. Innanzitutto

le serie idrologiche utilizzate sono molto brevi e sono basate sulle rilevazioni della stazione idrologica di Fornovo che è situata a monte delle derivazioni interne al Parco Regionale del Fiume Taro: tale stazione registra il deflusso del Fiume Taro al netto delle derivazioni del bacino montano superiore, che è già alterato. Le risorse

Tab. VI. Valori significativi dei parametri ottenuti dalla simulazione relativa alla campagna di misure svolta in data 21 luglio 2009. Vengono riportate solo le componenti ittiche utilizzate per l'analisi delle *UCUT Curves*. Le caselle evidenziate indicano la presenza della componente in riga nel mese indicato in colonna. I valori indicati in corsivo indicano i mesi in cui gli adulti sono in fase di riproduzione.

| SAR o SAR_{COR} (m³/s) | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Componente ittica | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto |
| Lasca Giovani | | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Lasca Adulti | <i>1,6</i> | <i>1,6</i> | 1,6 | 1,6 |
| Vairone Giovani | | | | 2,3 |
| Vairone Adulti | <i>2</i> | <i>2</i> | <i>2</i> | 2 |
| Barbo Giovani | | | 1 | 1 |
| Limite Inferiore (m³/s) | | | | |
| Componente ittica | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto |
| Lasca Giovani | | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Lasca Adulti | <i>1,4</i> | <i>1,4</i> | 1,4 | 1,4 |
| Vairone Giovani | | | | 1,8 |
| Vairone Adulti | <i>1,8</i> | <i>1,8</i> | <i>1,8</i> | 1,8 |
| Barbo Giovani | | | 0,5 | 0,5 |
| Durata Continua Massima Accettabile (n° giorni) | | | | |
| Componente ittica | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto |
| Lasca Giovani | | 16 | 16 | 16 |
| Lasca Adulti | <i>12</i> | <i>12</i> | 12 | 12 |
| Vairone Giovani | | | | 13 |
| Vairone Adulti | <i>17</i> | <i>17</i> | <i>17</i> | 17 |
| Barbo Giovani | | | 8 | 8 |

Tab. VII. Valori significativi emersi dalla simulazione 21/07/2009.

| Valori significativi | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Portata di criticità (SAR o SAR_{COR}) | 2m ³ /s | 2m ³ /s | 2m ³ /s | 2,3 m ³ /s |
| Limite inferiore | 1,8 m ³ /s | 1,8 m ³ /s | 1,8 m ³ /s | 1,8 m ³ /s |
| Durata Continua Massima Accettabile | 17 giorni | 17 giorni | 17 giorni | 13 giorni |

Tab. VIII. Indicazioni gestionali complessive.

| SINTESI | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Valori significativi | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto |
| Portata di criticità (SAR o SAR_{COR}) | 2 ÷ 2,5 m ³ /s | 2 ÷ 2,5 m ³ /s | 2 ÷ 2,5 m ³ /s | 2,2 ÷ 2,6 m ³ /s |
| Limite inferiore | 1,6 ÷ 1,8 m ³ /s | 1,6 ÷ 1,8 m ³ /s | 1,6 ÷ 1,8 m ³ /s | 1,6 ÷ 2 m ³ /s |
| Durata Continua Massima Accettabile | 13 ÷ 17 giorni | 13 ÷ 17 giorni | 13 ÷ 17 giorni | 13 ÷ 14 giorni |
| DMV idrologico (PTA) | <i>1,6 m³/s</i> | <i>1,6 m³/s</i> | <i>1,6 m³/s</i> | <i>1,6 m³/s</i> |

e il tempo a disposizione per condurre questo studio non hanno permesso di eseguire la ricostruzione di serie storiche idrologiche naturali.

I contenziosi sulla gestione del deflusso sono causati non solo dalla competizione fra gli usi plurimi della risorsa idrica (STALNAKER *et al.*, 1995) ma anche dalla difficoltà nello specificare la richiesta di una o più portate in grado di proteggere l'integrità ecologica dei sistemi in oggetto (ORTH, 1987; STANFORD, 1994; RICHTER *et al.*, 1997). L'introduzione del fattore tempo nello studio dell'habitat d'alveo fornisce un'informazione che, essendo basata sulle serie idrologiche, è altamente specifica per il corso d'acqua esaminato. L'utilizzo di dati idrologici reali permette infatti di ottenere informazioni maggiormente dettagliate dalle curve "ADP-Portata" attraverso l'analisi di serie temporali dell'habitat che permettono di individuare i fattori critici per la persistenza di una data specie ittica e di correggere i valori di deflusso ottenuti con la Soglia d'Accrescimento del Rischio (GINOT *et al.*, 1998).

L'analisi delle *UCUT Curves* riduce inoltre il rischio di una valutazione soggettiva delle relazioni ADP-Portata (GINOT *et al.*, 1998). Ad esempio, vi sono casi in cui la curva che descrive tale relazione si presenta molto ripida nel tratto iniziale e le portate significative si concentrano in un range di valori ristretto per cui SAR e ADP Ottimale risultano molto vicini tra loro o addirittura coincidenti: in questi casi, sulla base della sola interpretazione della relazione ADP-Portata, qualsiasi situazione diversa da quella ottimale sarebbe da ritenersi a rischio di estinzione locale per la componente ittica considerata. Tale assunzione, però, costituendo un vincolo molto stretto, potrebbe generare anomalie nella gestione della risorsa: le *UCUT Curves* permettono di distinguere più chiaramente quali portate, comprese tra quella ottimale e la SAR, sono da ritenersi significative ai fini della conservazione.

L'analisi effettuata ha permesso di individuare eventi rari, comuni e critici, ma solo questi ultimi sono stati impiegati con finalità gestionali. L'individuazione dell'evento raro e dell'evento critico in genere non è immediata: i loro valori infatti fanno riferimento a quote d'habitat le cui portate relative non sono significativamente differenti per fini gestionali. La priorità è che il fiume si mantenga in condizioni lontane da quelle critiche e, a maggior ragione, da quelle rare. Pertanto

la gestione delle derivazioni a valle della stazione idrologica dovrebbe essere mirata al mantenimento del corso d'acqua nella zona di grafico che corrisponde agli eventi comuni e cioè ad una gestione delle risorse idriche disponibili che non produca impatti ulteriori significativi sull'habitat disponibile.

CONCLUSIONI

Tramite le *UCUT Curves* è stato possibile "tarare" il deflusso indicato come Portata di Criticità sulla base delle serie idrologiche disponibili. Date le peculiarità del territorio ci si è dovuti concentrare sulla quantità d'acqua che effettivamente arriva a Fornovo e si sono tratte indicazioni gestionali relative a tale quantità. I corsi d'acqua vengono comunemente gestiti per tratti separati mentre, come auspicato in CHIUSSI *et al.* (2009), sarebbe opportuno gestire il corpo d'acqua in maniera integrata dalla sorgente alla foce rispettando la continuità longitudinale dell'ecosistema fluviale ("river continuum concept": VANNOTE *et al.*, 1980). Quando questo non avviene (cioè nella maggior parte dei casi) non bisogna però dimenticare che esistono delle realtà locali in cui è necessario gestire nel migliore dei modi una condizione già antropizzata nel tentativo di evitare ulteriori danni potenzialmente irreversibili all'ecosistema o di limitare l'avanzare del degrado in situazioni già irreversibilmente danneggiate. Tale necessità è ancora più importante quando tale danno costituisce una reale minaccia per gli elementi floro-faunistici prioritari per la conservazione identificati dalla Direttiva "Habitat": è proprio questo il caso del Parco Regionale del Fiume Taro che si trova all'interno della rete Natura 2000 (SIC e ZPS Medio Taro IT4020021).

I risultati emersi in questo studio indicano che il DMV idrologico stimato nel PTA è un valore che definisce condizioni al limite della tollerabilità per la fauna ittica. Tale valore è quindi da ritenersi accettabile ma, oltre ad un limite quantitativo della portata, è fondamentale considerare anche un limite temporale per la stessa. Una portata di 1,6 m³/s (DMV idrologico) può essere tollerata dal Fiume Taro solo per limitati periodi di tempo, poiché comporta per la fauna ittica un grado di stress molto elevato. Queste considerazioni sono comunque presentate con cautela data la necessità di approfondire e perfezionare le applicazioni della metodologia utilizzata.

BIBLIOGRAFIA

BERNHARDT E.S., PALMER M.A., ALLAN J.D., ALEXANDER G., BARNAS K., BROOKS S., CARR J., CLAYTON S., DAHM C., FOLLSTAD-SHAH J., GALAT D., GLOSS S., GOODWIN P., HART D., HASSETT B., JENKINSON R., KATZ S., KONDOLF G.M., LAKE P.S., LAVE R., MEYER J.L., O'DONNELL T.K., PAGANO

L., POWELL B., SUDDUTH E., 2005. Synthesizing US river restoration efforts. *Science*, **308** (5722): 636-637.

CANDELA A., CONDORELLI M., SANTORO M., VIVIANI G., 2006. Un nuovo approccio per la determinazione del deflusso minimo vitale nei corsi d'acqua a carattere torrentizio. In: *Atti IDRA*

- 2006 - XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche.
- CAPRA H., PASCAL B., SOUCHON Y., 1995. A new tool to interpret magnitude and duration of fish habitat variations. *Regulated Rivers: Research & Management*, **10**: 281-289.
- CHIUSSI S., BODINI A., BONDAVALLI C., PATTINI L., 2009. Calcolo su base biologica del deflusso minimo vitale. Il caso del Fiume Taro (Provincia di Parma). *Biologia ambientale*, **23** (2): 53-65.
- DECRETO LEGISLATIVO 152, 1999. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Suppl. Ord. N. 101/L alla Gazzetta Ufficiale n. 124 del 29 maggio 1999.
- DECRETO LEGISLATIVO 152, 2006. Norme in materia ambientale Suppl. Ord. N. 96 alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006.
- DIRETTIVA 43/CEE, 1992. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatica. G.U.C.E. n. L 206 del 22 luglio 1992.
- GINOT V., SOUCHON Y., CAPRA H., BREIL P., VALENTIN S., 1998. EVHA - version 2.0 - Evaluation de l'habitat physique des poissons en rivière: Guide Méthodologique. *Cemagref - Ministère de l'Environnement Direction de l'eau*: 130 pp.
- HEWLETT J.D., HIBBERT A.R., 1967. Factors affecting the response of small watershed to precipitation in humid regions. *Forest Hydrology*, Pergamon Press: Oxford (UK): 275-290.
- HUDSON H.R., BYROM A.E., CHADDERTON W.L., 2003. A critique of IFIM – instream habitat simulation in the New Zealand context. *Science for Conservation*, **231**, Published by New Zealand Department of Conservation, 69 pp.
- JOWETT I.G., 1992. Models of the abundance of large brown trout in New Zealand rivers. *North Am. Journal of Fish Management*, **12**: 417-432.
- KINSOLVING A.D., BAIN M.B., 1993. Fish assemblage recovery along a riverine disturbance gradient. *Ecological Applications*, **3** (3): 531-544.
- LAMOUREUX N., CAPRA H., POUILLY M., SOUCHON Y., 1999. Fish habitat preferences at the local scale in large streams of southern France. *Freshwater Biology*, **42**: 673-687.
- NAIMAN R.J., MAGNUSON J.J., MCKNIGHT D.M., STANDFORD J.A., (eds). 1995. *The Freshwater Imperative: A research agenda*. Island Press: Washington, DC; 181.
- ORTH D.J., 1987. Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models. *Regulated Rivers: Research and Management*, **1**: 171-181.
- ORTH D.J., MAUGHAN O.E., 1982. Evaluation of the incremental methodology for recommending instream flows for fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, **111**: 413-445.
- PARASIEWICZ P., 2004. *Ecohydrology study of the Quinebaug River* - Final report to project management committee and the New England Interstate Water Pollution Control Commission, 385 p, www.neihp.org/projects/quinebaug/index.htm
- PARASIEWICZ P., 2007. Using Mesohabsim to develop reference habitat template and ecological management scenarios. *River Research And Applications*, **23**: 924-932.
- PARASIEWICZ P., LEGROS J., ROGERS J., WIRTH M., 2007. *Assessment and restoration of instream habitat for the Pomperaug, Nonnewaug and Weekepeemee Rivers of Connecticut*. Northeast Instream Habitat Program University of Massachusetts, Amherst For Pomperaug River Watershed Coalition and Connecticut Department of Environmental Protection: pp 103.
- PARASIEWICZ P., 2008. Habitat time series analysis to define flow augmentation strategy for the Quinebaug River, Connecticut and Massachusetts, USA. *River Research And Applications*, **24**: 439-452.
- POFF N.L., WARD J.V., 1989. Implication of stream flow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of stream flow patterns. *Canadian Journal Of Fisheries and Aquatic Sciences*, **46**: 1805-1818.
- POFF N.L., WARD J.V., 1990. Physical habitat template of lotic systems: recovery in the context of historical pattern of spatiotemporal heterogeneity. *Environmental Management*, **14**: 629-645.
- POFF N.L., ALLAN J.D., BAIN M.B., KARR J.R., PRESTEGAARD K.L., RICHTER B.D., SPARKS R.E., STROMBERG J.C., 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience*, **47**: 769-784.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2005. *Piano di Tutela delle Acque*. Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Approvato con deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007. Deliberazione dell'Assemblea Legislativa 3 aprile 2007, n. 107, Approvazione del Piano ittico regionale (P.I.R.) 2006-2010 – Art. 7, L.R. 22 febbraio 1993, n. 11 “Tutela e sviluppo della fauna ittica e regolazione della pesca in Emilia-Romagna”. Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna - parte seconda - N. 119.
- RICHTER B.D., BAUMGARTNER J.V., WIGINGTON R., BRAUN D.P., 1997. How much water does a river need? *Freshwater Biology*, **37** (1): 231-249.
- SCOTT D., SHIRVELL C.S., 1987. A critique of the instream flow methodology and observations on flow determination in New Zealand. *Regulated Streams: Advances in Ecology*. Plenum Press, New York, pp. 27-44.
- STALNAKER C.B., 1979. The use of habitat structure preference for establishing flow regimes necessary for maintenance of fish habitat. *The Ecology of Regulated Streams*, Plenum Press, New York, pp. 321-337.
- STALNAKER C.D., LAMB B.L., HENRIKSEN J., BOVEE K.D., BARTHOLOW J.M., 1995. *The instream flow incremental methodology: a primer for IFIM*. U.S. Department of the Interior, National Biological Service, Biological Report 29.
- STANFORD J.A., 1994. *Instream flows to assist the recovery of endangered fishes of the upper Colorado River basin*. U.S. Department of the Interior, National Biological Survey, Biological Report 24.
- TANCIONI L., SCARDI M., CAUTADELLA S., 2005. I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici. *Annuario Istituto Superiore della Sanità*, **41** (3): 399-402
- USGS, 2001. *Phabsim for Windows*. Midcontinent Ecological Science Center, United States Geological Survey, Open File Report 01-340. Fort Collins, Colorado.
- VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E., 1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37** (1): 130-137.