

# Calcolo su base biologica del deflusso minimo vitale. Il caso del Fiume Taro (Provincia di Parma)

Sara Chiussi\*, Antonio Bodini, Cristina Bondavalli, Lorenzo Pattini

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma, Viale Usberti 11/A, 43100 Parma

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

## INTRODUZIONE

La conservazione della risorsa idrica è divenuta, nel corso degli ultimi anni, un tema prioritario. A dimostrazione di ciò la Comunità Europea ha emanato la Direttiva 2000/60/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque affrontando i temi della salvaguardia e del ripristino degli assetti ecologici dei fiumi, e specificando azioni volte al raggiungimento di obiettivi di qualità per questi ambienti. In Italia, già con il Decreto Legislativo n. 152 del 11.05.1999 e, successivamente, con il Decreto Legislativo n. 152 del 03.04.2006 "Norme in materia ambientale", sono stati definiti obiettivi di tutela che possono essere così riassunti:

- a) prevenire e ridurre l'inquinamento ed attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità ambientali e vegetali ampie e ben diversificate;
- e) mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità;
- f) impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico.

Conservazione e ripristino degli ambienti fluviali sono funzionali anche agli obiettivi di un'altra direttiva, precedente alla 2000/60/CE, e cioè la Direttiva Europea 92/43/CEE, conosciuta anche come Direttiva "Habitat", emanata con il fine di proteggere la diversità biologica e gli habitat nei paesi dell'Unione. Diverse specie ittiche che popolano i fiumi italiani compaiono nell'elenco di quelle sottoposte a tutela da questo strumento legislativo. Per esse gli enti predisposti alla loro salvaguardia, come ad esempio i parchi regionali fluviali, laddove sancito dalla loro giurisdizione, sono chiamati a una azione forte di protezione. Tale azione, tuttavia, può essere messa in atto con efficacia soltanto se adeguatamente sostenuta da conoscenze tecnico-scientifiche in grado di coniugare le disposizioni legislative in regolamenti operativi attraverso la definizione di indicatori, parametri e soglie di riferimento oggettivi e riconosciuti.

Tra questi elementi tecnici di riferimento 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: perdita di dinamicità morfologica; alterazione del trasporto solido e dei processi di sedimentazione del particellato; riduzione della capacità autodepurativa del fiume; inibizione della vita bentonica e della riproduzione di alcune specie di pesci (CANDELA *et al.*, 2006). La ridotta disponibilità idrica inoltre incide profondamente sulla qualità dell'ittiofauna, in particolare per le specie più esigenti in fatto di qualità delle acque e di temperature massime (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007; LAMOUROUX *et al.*, 1999) e porta a una semplificazione della comunità ittica, in favore delle specie di taglia minore e più resistenti ed impedisce le naturali migrazioni verso monte o verso valle.

Del DMV si occupa in dettaglio il Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2005) che, oltre al tema della rinnovabilità della risorsa, riprende i principi gestionali del D.Lgs. 152/99 e del D.Lgs. 152/06 e delinea un percorso tecnico e normativo per individuarne i valori per i corsi d'acqua e garantirne il rispetto in alveo. Esplicitato il calcolo della componente idrologica del DMV, cioè quella basata esclusivamente sulle portate caratteristiche del corso d'acqua e sull'ampiezza del bacino interessato, il PTA fissa-

la portata in un corso d'acqua comporta una serie di impatti di tipo morfologico, fisico-chimico e biologico: perdita di dinamicità morfologica; alterazione del trasporto solido e dei processi di sedimentazione del particellato; riduzione della capacità autodepurativa del fiume; inibizione della vita bentonica e della riproduzione di alcune specie di pesci (CANDELA *et al.*, 2006). La ridotta disponibilità idrica inoltre incide profondamente sulla qualità dell'ittiofauna, in particolare per le specie più esigenti in fatto di qualità delle acque e di temperature massime (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007; LAMOUROUX *et al.*, 1999) e porta a una semplificazione della comunità ittica, in favore delle specie di taglia minore e più resistenti ed impedisce le naturali migrazioni verso monte o verso valle.

Del DMV si occupa in dettaglio il Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2005) che, oltre al tema della rinnovabilità della risorsa, riprende i principi gestionali del D.Lgs. 152/99 e del D.Lgs. 152/06 e delinea un percorso tecnico e normativo per individuarne i valori per i corsi d'acqua e garantirne il rispetto in alveo. Esplicitato il calcolo della componente idrologica del DMV, cioè quella basata esclusivamente sulle portate caratteristiche del corso d'acqua e sull'ampiezza del bacino interessato, il PTA fissa-

va al 31 dicembre 2008 la data ultima per adeguare tutte le derivazioni al DMV indicato nel piano e al 31 dicembre 2016 l'integrazione dei DMV con l'applicazione di fattori di correzione, se necessari (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007).

Il valore del DMV ottenuto sulla base dei soli parametri idrologici, tuttavia, risulta troppo generale e, di conseguenza, poco funzionale per gli scopi per i quali è stato concepito. Inoltre, per un utilizzo finalizzato all'azione di salvaguardia ispirata alla Direttiva Habitat la stima del DMV deve necessariamente contabilizzare le esigenze delle specie ittiche sottoposte a regime di tutela. Da qui la necessità di eseguirne il calcolo tenendo conto sia delle caratteristiche biologico-ecologiche del corso d'acqua sia della sua specificità morfologica.

Questo è il contesto di riferimento per il lavoro qui presentato, che riassume i risultati di una ricerca finalizzata a: 1) proporre un metodo di calcolo del DMV per il caso specifico del fiume Taro (Provincia di Parma); 2) stimare il valore del DMV per questo corso d'acqua in accordo con il metodo proposto. Rendere il calcolo di questo parametro maggiormente rispondente alla specifica realtà in esame, mantenendo tuttavia l'impianto generale del calcolo come proposto in sede di legislazione regionale, rispondeva alla necessità di dotare il Parco Regionale Fluviale del Taro di criteri attendibili a sostegno delle ragioni della tutela della fauna ittica, che l'Ente Parco deve necessariamente perseguire secondo le indicazioni della Direttiva Habitat. Ciò in particolare riguarda l'ambito dei processi autorizzativi per le richieste di prelievo, emungimento e scarico che accompagnano progetti per i quali è necessaria la Valutazione di Incidenza di piani e/o progetti, procedura divenuta

di competenza di questo Ente (Delibera Regionale 1191/2007).

Questa ricerca ha utilizzato il Metodo dei Microhabitat o IFIM, che è una complessa struttura concettuale e analitica creata allo scopo di comprendere e gestire problematiche legate alla variazione dei regimi fluviali dovuta all'azione antropica, con particolare riferimento alle portate dei corsi d'acqua (STALNAKER *et al.*, 1995). Questo metodo si è rivelato utile per risolvere i problemi legati alla distribuzione della risorsa idrica tra i vari usi, includendo tra quelli possibili anche le esigenze degli organismi appartenenti all'ecosistema acquatico (BOVEE *et al.*, 1998). Il PTA della regione Emilia Romagna valuta la componente idrologica del DMV per il Fiume Taro pari a  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$  ma la normativa regionale attualmente in vigore riduce tale valore di un terzo. In un contesto così definito qualsiasi valutazione di merito circa le richieste di autorizzazione viene a perdere la sua efficacia, da cui la necessità di strutturare il calcolo del DMV calibrandolo alla specifica realtà del Fiume Taro.

#### Area di studio

Il Parco Regionale del Fiume Taro (Fig. 1), situato interamente nel territorio della provincia di Parma, si estende per circa 20 km dell'asta fluviale ed è delimitato a sud dal ponte stradale di Fornovo (139 m s.l.m.), a nord da quello di Pontetaro (56 m s.l.m.), ad est dalla Statale della Cisa e ad ovest dall'Autostrada Parma-La Spezia (MARCHIANI, 1998). Nell'areale di competenza del Parco insistono numerose attività antropiche che esercitano una notevole pressione a carico della risorsa idrica. In particolare, la riserva sotterranea è utilizzata principalmente dall'industria agro-alimentare (MARCHIANI, 1998) mentre quella superficiale è prelevata per

uso irriguo mediante due canali: il Canale del Duca in sponda sinistra e il Canale Naviglio Taro in sponda destra (MARCHIANI e ANTONIETTI, 2004). Il Fiume Taro ospita oggi le seguenti specie ittiche di interesse comunitario: *Barbus meridionalis*, *Barbus plebejus*, *Cobitis tenia*, *Chondrostoma genei*, *Leuciscus souffia* (Direttiva 92/43/CEE).

#### MATERIALI E METODI

##### Il Metodo dei Microhabitat (IFIM)

L'IFIM permette di valutare l'evoluzione dell'habitat fisico di un tratto di fiume in funzione della sua portata (modello idraulico) e con riferimento a una specie ittica prescelta, collegando un'informazione fisica che descrive l'habitat con una risposta biologica che permette di apprezzarne la qualità (modello biologico) (LORO e MARCHIANI, 1999). La denominazione di Metodo dei Microhabitat deriva dal fatto che l'habitat fisico, cioè l'alveo, è discretizzato in superfici elementari (celle) caratterizzate da valori omogenei di velocità di corrente, profondità dell'acqua e substrato.

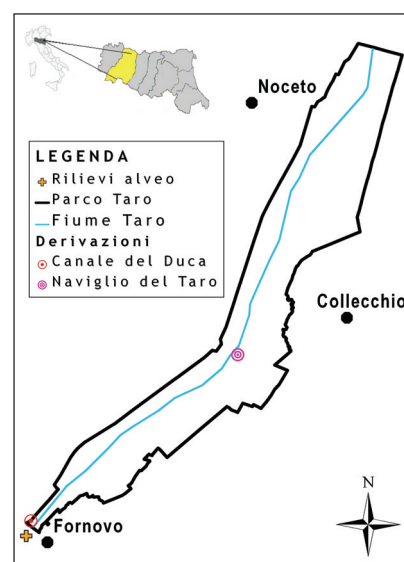


Fig. 1. Localizzazione e caratteristiche principali dell'area di studio.

Per ciascun valore di portata ogni cella presenta un'unica combinazione di velocità di corrente e profondità (MENDUNI *et al.*, 2006).

La parte idraulica ha richiesto alle stazioni di campionamento sia il rilievo topografico dell'alveo sia l'esecuzione secondo protocolli definiti (GINOT *et al.*, 1998) di misure di velocità di corrente e profondità dell'acqua e la rilevazione della composizione granulometrica del substrato. Le stazioni di campionamento sono state scelte in quanto rappresentative delle caratteristiche del tratto del fiume in cui erano collocate e suddivise in senso longitudinale in segmenti omogenei per la pendenza dell'alveo. Per ciascun segmento sono state rilevate profondità, velocità di corrente e tipo di substrato per tutta la lunghezza di un transetto perpendicolare al flusso posizionando un punto di misura lungo tale transetto ad ogni variazione di almeno una delle tre grandezze. Queste misure sono state poi estrapolate da una parte all'altra del transetto fino ai limiti del segmento, a definire una cella elementare. Mediante simulazione, a partire dal dato idraulico e topografico, il modello calcola per ogni cella elementare i valori delle tre variabili al variare delle portate (POUILLY *et al.*, 1995).

Il modello biologico basa il suo funzionamento sulle informazioni contenute nelle curve di idoneità. Esse costituiscono l'elemento fondamentale per la definizione dell'habitat favorevole alla sopravvivenza e alla riproduzione della specie ittica presa in esame. Tali curve consentono di stimare l'area necessaria affinché una determinata specie ittica possa svolgere le sue funzioni vitali. Le curve di idoneità sono rappresentate in un sistema cartesiano nel quale l'ascissa e l'ordinata riportano rispettivamente la variabile ambientale e il grado di

idoneità, rispetto a quest'ultima, della specie cui la curva si riferisce. L'idoneità viene espressa in un intervallo compreso fra 0 e 1 (MENDUNI *et al.*, 2006). In questo studio sono state utilizzate le curve di idoneità per le specie presenti nel Fiume Taro e oggetto di protezione come stabilito dalla legislazione Europea (Direttiva Habitat) e cioè: *Barbus plebejus* (barbo), giovani, adulti e stadio riproduttivo (RAMBALDI *et al.*, 1997), *Chondrostoma genei* (lasca), giovani e adulti, e *Leuciscus souffia* (vairone), giovani e adulti (BICCHI *et al.*, 2006). In figura 2 vengono riportate, a titolo di esempio, le curve di idoneità per la lasca.

Per ciascuna cella viene calcolato il valore dell'habitat tramite la combinazione dei valori d'idoneità associati ad ognuna delle variabili del microhabitat utilizzando le curve di idoneità, solitamente per una specie di riferimento. La media di queste combinazioni rappresenta il valore d'habitat del trat-

to di corso d'acqua (espresso in valori compresi tra 0 e 1). Moltiplicato per la superficie del tratto di corso d'acqua in esame, il valore d'habitat permette di ottenere l'Area Disponibile Ponderata (ADP) (LAMOUROUX e CAPRA, 2002). L'Area Disponibile Ponderata descrive come varia la disponibilità di habitat nel tratto di fiume considerato per quella determinata specie al variare della portata, disponibilità che si esprime attraverso una frazione della superficie bagnata. In pratica dice quanta della superficie bagnata presenta le caratteristiche per accogliere la specie in esame.

La parte idraulica e quella biologica sono state accoppiate mediante il software EVHA 2.0 (Evaluation de l'Habitat physique des poissons en rivière, GINOT *et al.*, 1998), prodotto dall'Istituto Cemagref di Lione - Divisione di Biologia degli Ecosistemi Acquatici e liberamente scaricabile dal suo sito web. Immettendo in input le quote dei rilievi topografici dell'alveo e i

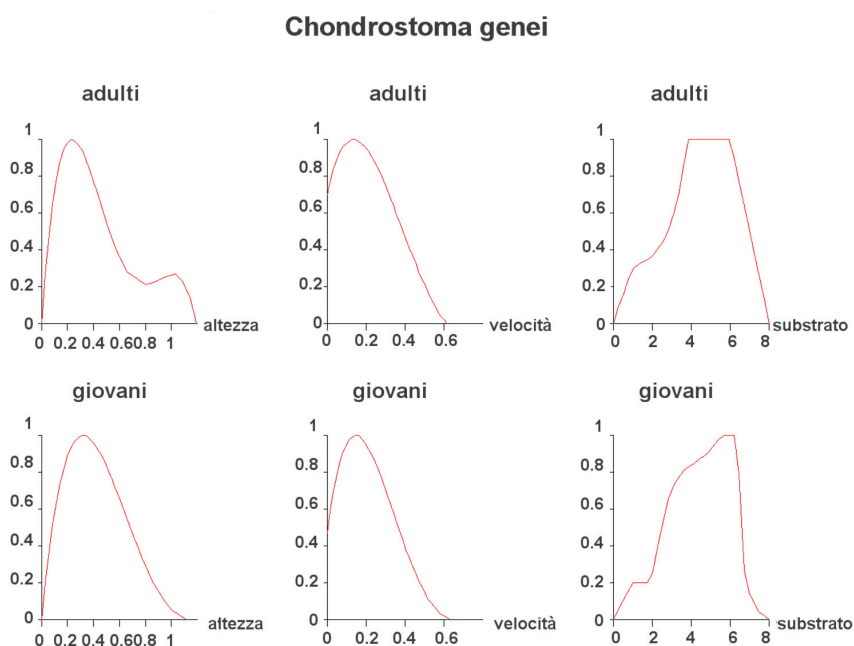


Fig. 2. Curve di idoneità per gli individui adulti e giovani di lasca (*Chondrostoma genei*) (BICCHI *et al.*, 2006).

dati delle misure idrauliche il software è in grado di simulare, entro un intervallo di portate stabilito dall'utente, le modificazioni indotte nel microhabitat dalle variazioni di portata; per ciascuna portata dell'intervallo di simulazione esso può quindi associare alle componenti del microhabitat le informazioni contenute nella curva di idoneità, restituendo in output la curva "ADP-Portata" per la specifica componente biologica (Fig. 3).

I campionamenti sono stati effettuati in corrispondenza di due sezioni, denominate "Confluenza", situata a monte delle più importanti derivazioni a scopo irriguo, e "Guado", collocata a valle delle medesime (Fig. 1). I risultati presentati in questo articolo fanno riferimento alla prima delle due, in quanto maggiormente rappresentativa della situazione normale per il fiume. In parallelo è stata condotta con cadenza mensile anche una campagna di monitoraggio della fauna ittica, i cui risultati non sono riportati qui per brevità, al fine di svolgere un'indagine qualitativa riguardante la presenza-assenza delle specie ai diversi stadi di accrescimento nei mesi del periodo di studio.

**RISULTATI**

Per ciascuna delle specie ittiche considerate, ai vari stadi di accrescimento, è stata ricavata una curva ADP-Portata. Gli output sono stati interpretati qualitativamente (GINOT *et al.*, 1998), come esemplificato in Fig. 3 per la lasca. Su ciascuna curva (stadio di una specie) sono stati individuati tre valori di portata definiti come:

1. ADP Ottimale (GINOT *et al.*, 1998);
2. Soglia d'Accrescimento del Rischio, di seguito indicata con SAR (GINOT *et al.*, 1998);
3. Livello d'Allarme, di seguito

indicato con LA.

L'ADP Ottimale corrisponde al punto di massimo della curva. L'ascissa corrispondente esprime il valore del parametro di riferimento, la portata, al quale corrispondono le migliori condizioni che l'habitat fisico può offrire alla specie nel tratto considerato. La SAR è identificata dal punto sulla curva cui corrisponde un brusco cambio di pendenza, e rappresenta la portata al di sotto della quale ciascun ulteriore calo di portata comporta un evidente e marcato crollo di ADP. Va sottolineato che la SAR non è un valore di portata che garantisce lo sviluppo armonioso

della popolazione bensì un valore al di sotto del quale si mette in pericolo la sopravvivenza della specie (GINOT *et al.*, 1998).

Il LA è un valore che si introduce qui per la prima volta e identifica un confine tra due zone: quella in cui le portate garantiscono condizioni di vita complessivamente buone per la specie e quella le cui portate sono associabili a condizioni non ottimali e in via di peggioramento fino a diventare critiche. Il LA è un punto della curva, solitamente intermedio rispetto ai precedenti, da intendersi come una sorta di anticipazione del rischio. Il suo valore è definito dal punto in

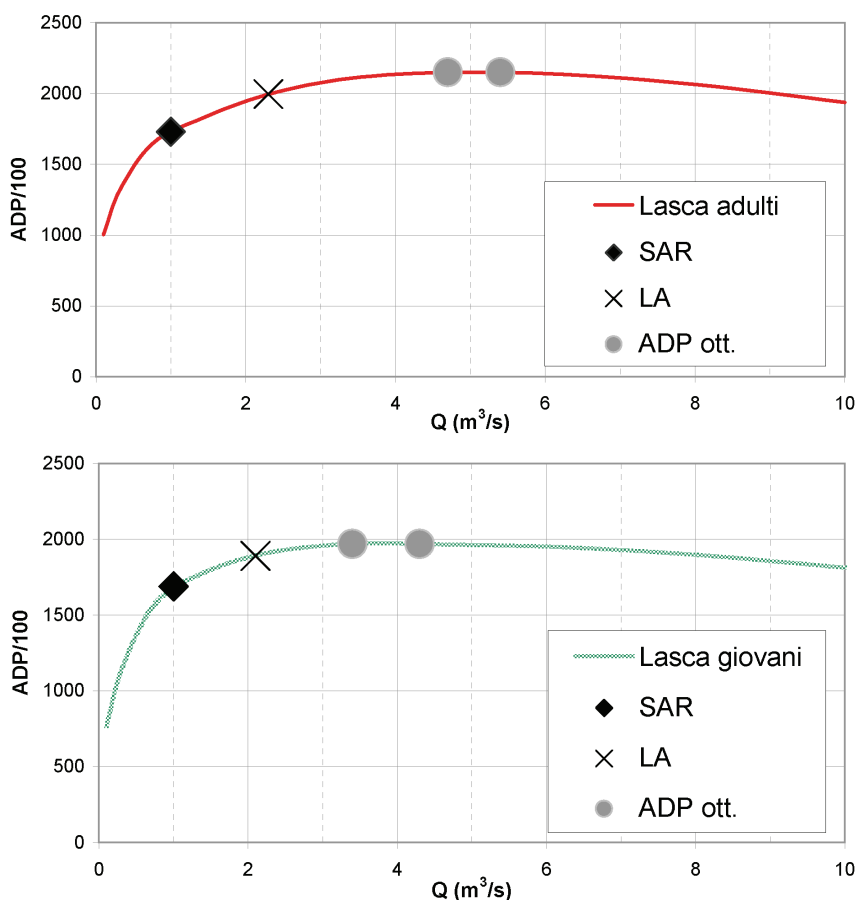


Fig. 3. Curve di ADP/100m in funzione della portata per la lasca. L'ADP/100m identifica la quantità di habitat disponibile per una certa specie e stadio vitale su un tratto di fiume di lunghezza pari a 100m (GINOT *et al.*, 1998). ADP= Area Disponibile Ponderata; SAR= Soglia d'Accrescimento del Rischio; LA= Livello d'Allarme; ADP ott.= ADP ottimale.

corrispondenza del quale la pendenza della curva ADP-Portata inizia a modificarsi per arrivare infine al valore SAR. Al LA si associa quindi un valore di portata che segnala la transizione tra una zona e l'altra della curva, e richiede, pertanto, che si presti particolare attenzione ad ulteriori decrementi della portata. Questo valore può avere implicazioni gestionali diverse in funzione della sua collocazione sulla curva rispetto alle altre due misure e dell'ampiezza dell'intervallo compreso tra esso e quello di SAR. Il LA conferisce alla descrizione della curva una maggiore funzionalità ma va detto che esso non deriva da fondamenti ecologici (nel senso che non ci sono evidenze di conseguenze ecologiche e ambientali legate a deflussi inferiori ad esso) ma può essere importante come elemento diagnostico in quanto anticipa la zona della curva laddove le condizioni diventano effettivamente critiche.

In tabella I sono riportati i valori di portata corrispondenti ad ADP Ottimale, LA e SAR per tutte le componenti biologiche esaminate, secondo i rilievi effettuati alla stazione denominata "Confluenza".

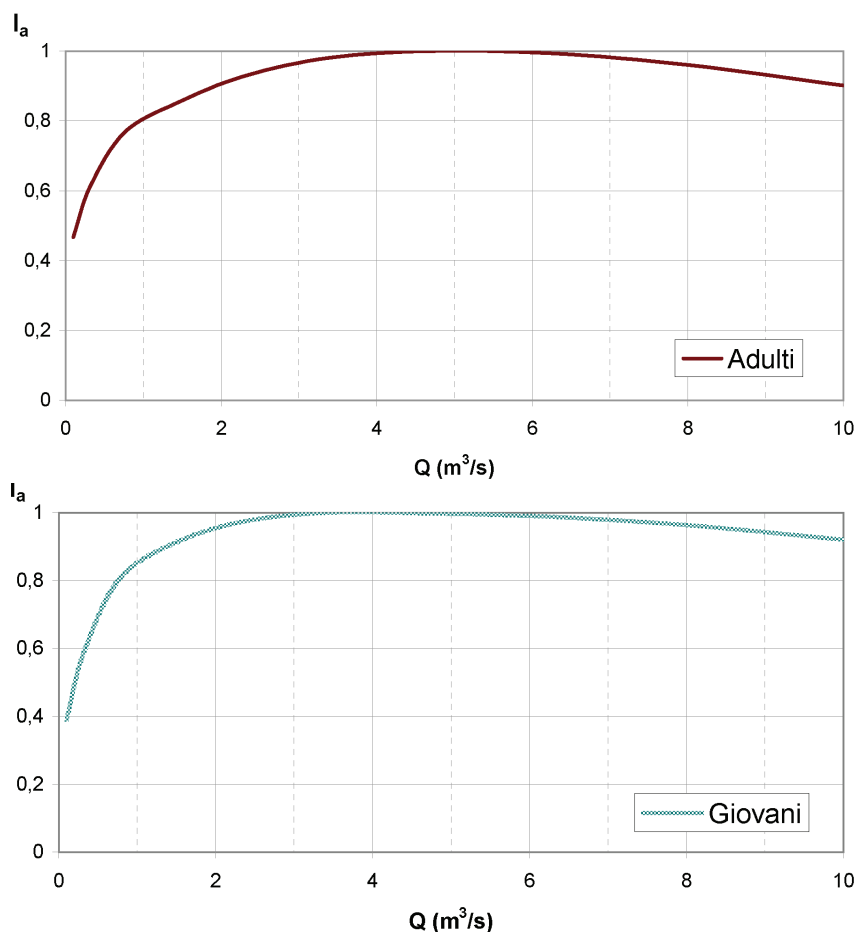
Al fine di confrontare le informazioni contenute nelle diverse curve ADP-Portata ed ottenere un prospetto indicativo degli effetti complessivi dei decrementi di portata per la conservazione delle specie ittiche è stato utilizzato un indice dato dal rapporto tra ADP e ADP Ottimale. Definibile come Indice di Accoglienza ( $I_a$ ), questo rapporto stabilisce il livello massimo di accoglienza che l'ambiente, nel tratto di fiume in esame, può offrire al pesce ad una data portata. Mentre ADP Ottimale, SAR e LA corrispondono a cambi di pendenza della curva e rappresentano portate critiche, l' $I_a$  quantifica per ogni punto

della curva (cioè per ogni portata) il massimo sfruttamento delle potenzialità del tratto di fiume. La forma delle curve dell'Indice di Ac-

coglienza è sostanzialmente uguale a quella delle curve dell'ADP corrispondente. La figura. 4 riporta a titolo di esempio la curva dell'In-

**Tab. I.** Fiume Taro, stazione "Confluenza". Sintesi delle portate critiche per la sopravvivenza e per la gestione di tutte le componenti biologiche esaminate.

Stadio vitale e specie	Portate ( $m^3/s$ ) corrispondenti a:		
	ADP ottimale	Livello d'Allarme	Soglia d'Accrescimento del Rischio
<b>Giovani</b>			
Lasca	3,4 - 4,3 $m^3/s$	2,1 $m^3/s$	1 $m^3/s$
Vairone	2,9 - 3,4 $m^3/s$	2,9 $m^3/s$	1,8 $m^3/s$
Barbo	0,7 - 0,8 $m^3/s$	0,7 $m^3/s$	0,7 $m^3/s$
<b>Adulti</b>			
Lasca	4,7 - 5,4 $m^3/s$	2,3 $m^3/s$	1 $m^3/s$
Vairone	2,3 - 2,7 $m^3/s$	2,3 $m^3/s$	1,8 $m^3/s$
Barbo	-	-	2,6 $m^3/s$
<b>Stadio riproduttivo</b>			
Barbo	-	-	2,6 $m^3/s$



**Fig. 4.** Curve dell'Indice di Accoglienza ( $I_a$ ) in funzione della portata per la lasca.

dice di Accoglienza per la lasca.

Per rendere maggiormente fruibili le informazioni contenute nell'Indice di Accoglienza i suoi valori sono stati suddivisi in classi come esplicitato in tabella II. L'ampiezza delle classi è stata definita utilizzando le indicazioni emerse dal Metodo dei Microhabitat.

Applicando l'Indice di Accoglienza a tutte le componenti biologiche sono stati ottenuti i risultati che sono riassunti nelle Tab. III, IV e V. Ciascuna tabella è dedicata a una specie e riporta i valori di portata cui corrispondono le varie classi di accoglienza.

Nel caso del barbo (Tab. V) non è stato possibile un calcolo completo dell'Ia. Ciò dipende dal fatto che questo indice si può derivare solamente qualora l'andamento della curva dell'ADP individui chiaramente un massimo entro l'intervallo di simulazione. Per il barbo, in entrambi gli stadi considerati (riproduttivo e adulto) l'Indice di Accoglienza cresce in maniera continua all'aumentare della portata. Per queste curve, quindi, l'analisi va limitata all'individuazione della SAR.

Combinando l'informazione relativa alla presenza-assenza delle specie ittiche ai diversi stadi di crescita nel periodo di indagine maggio-agosto, e i valori ottenuti dalle curve ADP-Portata è stato possibile individuare un deflusso minimo di sopravvivenza per tutta la comunità, definito chiaramente dalla componente più sensibile. Questa informazione è riassunta in tabella VI.

**Tab. II.** Scala qualitativa dell'Indice di Accoglienza (Ia).

Ia	Accoglienza
< 0,30	<b>Molto scarso</b>
0,30 ÷ 0,50	<b>Scarso</b>
0,50 ÷ 0,70	<b>Sufficiente</b>
0,70 ÷ 1,00	<b>Buono</b>
1,00	<b>Ottimo</b>

**DISCUSSIONE**

I risultati esposti fanno perno essenzialmente su due punti fondamentali.

1) Indipendentemente dal valore dell'Indice di Accoglienza, la portata minima da considerare come obiettivo irrinunciabile per ciascun caso esaminato è rappresentato dalla Soglia d'Accrescimento del Rischio. Tale soglia è specifica per ciascuna specie. L'Indice di Accoglienza è importante per intersecare le esigenze delle diverse specie tenendo presente che, nella gestione del deflusso, è auspicabile che vengano mantenute condizioni tali per cui l'accoglienza del corso d'acqua debba considerarsi buona.

2) I risultati sono stati utilizzati per identificare sia un obiettivo minimo, al di sotto del quale è reale il

rischio di estinzione locale per alcune specie, da considerarsi quindi come una soglia di criticità piuttosto che una soglia di sicurezza, sia un obiettivo vero e proprio di tutela e non di mera sopravvivenza, sostanzialmente diverso dalla precedente soglia di criticità.

Per il Fiume Taro a Fornovo, l'obiettivo minimo in termini di sopravvivenza è determinato dai valori risultati per il barbo. La soglia di criticità è infatti rappresentata durante tutto il periodo dalla SAR degli individui adulti e nel periodo riproduttivo di questa specie (2,6 m<sup>3</sup>/s). Raggiunta questa portata il fiume dovrebbe garantire la sopravvivenza a giovani e adulti di tutte le specie. Poiché questo valore di deflusso costituisce una soglia di criticità, per tutelare opportunamen-

**Tab. III.** Fiume Taro. Attribuzione delle classi qualitative dell'Indice di Accoglienza per la lasca.

Ia	Accoglienza	Q (m <sup>3</sup> /s) Adulti	Q (m <sup>3</sup> /s) Giovani
< 0,30	<b>Molto scarso</b>	-	-
0,30 ÷ 0,50	<b>Scarso</b>	Fino a 0,15	Fino a 0,20
0,50 ÷ 0,70	<b>Sufficiente</b>	0,15 ÷ 0,50	0,20 ÷ 0,50
0,70 ÷ 1,00	<b>Buono</b>	0,50 ÷ 4,70	0,50 ÷ 3,40
1,00	<b>Ottimo</b>	4,70 ÷ 5,40	3,40 ÷ 4,30

**Tab. IV.** Fiume Taro. Attribuzione delle classi qualitative dell'Indice di Accoglienza per il vairone.

Ia	Accoglienza	Q (m <sup>3</sup> /s) Adulti	Q (m <sup>3</sup> /s) Giovani
< 0,30	<b>Molto scarso</b>	Fino a 0,25	Fino a 0,25
0,30 ÷ 0,50	<b>Scarso</b>	0,25 ÷ 0,45	0,25 ÷ 0,45
0,50 ÷ 0,70	<b>Sufficiente</b>	0,45 ÷ 0,70	0,45 ÷ 0,80
0,70 ÷ 1,00	<b>Buono</b>	0,70 ÷ 2,30	0,80 ÷ 2,70
1,00	<b>Ottimo</b>	2,30 ÷ 2,70	2,90 ÷ 3,40

**Tab. V.** Fiume Taro. Attribuzione delle classi qualitative dell'Indice di Accoglienza per il barbo.

Ia	Accoglienza	Q (m <sup>3</sup> /s) Giovani
< 0,30	<b>Molto scarso</b>	-
0,30 ÷ 0,50	<b>Scarso</b>	-
0,50 ÷ 0,70	<b>Sufficiente</b>	-
0,70 ÷ 1,00	<b>Buono</b>	Fino a 0,70
1,00	<b>Ottimo</b>	0,70 - 0,80

te gli esemplari di barbo in riproduzione appare più ragionevole mantenersi al di sopra di tale soglia, una ipotesi da avanzare con cautela in considerazione del fatto che la forma della curva, sempre crescente all'aumentare della portata, non permette di definire dei riferimenti precisi a riguardo.

Una valutazione dei risultati su base mensile consente di allesti-

re un quadro interpretativo di dettaglio.

**Maggio.** Si registra in questo mese la presenza degli individui adulti di tutte le specie e tutte sono in riproduzione. L'obiettivo minimo è di  $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$  pari al valore della SAR per il barbo, che risulta, di conseguenza, la specie più sensibile e che impone il limite inferiore alla portata da mantenere nel cor-

so d'acqua. Questo valore si trova entro la zona di ottimo per il vairone e al di sopra del Livello d'Allarme per la lasca. Ciò che è possibile affermare è che un ulteriore miglioramento si avrebbe raggiungendo l'optimum per gli adulti di lasca, cioè a  $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , portata che è di norma superata nel mese di maggio, per il quale il quadro complessivo non è risultato estremamente critico.

**Giugno.** Sono presenti gli adulti di tutte le specie e tutte le specie sono in riproduzione. Compagnano i giovani di lasca. Per questi ultimi il rispetto dell'obiettivo minimo di  $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$  permette di mantenersi al di sopra non solo della SAR ma anche del Livello d'Allarme. Allontanandosi dall'obiettivo minimo il primo miglioramento significativo si potrebbe registrare a portate pari a  $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$  in modo tale da offrire condizioni ottimali ai giovani di lasca. Tali condizioni a questa portata non sarebbero invece più garantite agli adulti di lasca ma grazie all'Ia è possibile riscontrare che la qualità dell'accoglienza offerta dall'alveo a questi individui rimarrebbe buona. La presenza dei giovani di lasca permette dunque di identificare un obiettivo meno esigente all'incirca in corrispondenza dell'entrata nel periodo di maggiore stress (periodo irriguo).

**Luglio.** Sono presenti gli adulti di tutte le specie e tutte nel corso del mese giungono al termine del periodo di riproduzione. Ai giovani di lasca si aggiungono i giovani di barbo. Come si può osservare dalla tabella VI, quest'ultima è la componente meno esigente e lascia dunque invariate le richieste di portata minima, stabilita dal valore della SAR del barbo.

**Agosto.** Il periodo riproduttivo è terminato. Si registra la presenza di individui adulti di tutte le specie e la comparsa dei giovani di vairone. Alla stregua del ragionamento

**Tab. VI.** Fiume Taro. Deflussi critici per componente biologica per mese alla stazione "Confluenza" modulati in relazione alla struttura mensile delle popolazioni. Le caselle ombreggiate identificano la presenza della componente indicata in riga nel mese indicato in colonna.

Soglia d'Accrescimento del Rischio ( $\text{m}^3/\text{s}$ )				
Componente biologica	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Lasca Giovani		1	1	1
Lasca Adulti	1	1	1	1
Lasca Riproduttivo	\	\		
Vairone Giovani				1,8
Vairone Adulti	1,8	1,8	1,8	1,8
Vairone Riproduttivo	\	\	\	
Barbo Giovani			0,7	0,7
Barbo Adulti	2,6	2,6	2,6	2,6
Barbo Riproduttivo	2,6	2,6	2,6	
Livello d'Allarme ( $\text{m}^3/\text{s}$ )				
Componente biologica	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Lasca Giovani		2,1	2,1	2,1
Lasca Adulti	2,3	2,3	2,3	2,3
Lasca Riproduttivo	\	\		
Vairone Giovani				2,9
Vairone Adulti	2,3	2,3	2,3	2,3
Vairone Riproduttivo	\	\	\	
Barbo Giovani			0,7	0,7
Barbo Adulti	\	\	\	\
Barbo Riproduttivo	\	\	\	
Optimum ( $\text{m}^3/\text{s}$ )				
Componente biologica	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Lasca Giovani		3,4 - 4,3	3,4 - 4,3	3,4 - 4,3
Lasca Adulti	4,7 - 5,4	4,7 - 5,4	4,7 - 5,4	4,7 - 5,4
Lasca Riproduttivo	\	\		
Vairone Giovani				2,9 - 3,4
Vairone Adulti	2,3 - 2,7	2,3 - 2,7	2,3 - 2,7	2,3 - 2,7
Vairone Riproduttivo	\	\	\	
Barbo Giovani			0,7 - 0,8	0,7 - 0,8
Barbo Adulti	\	\	\	\
Barbo Riproduttivo	\	\	\	

seguito nel mese di giugno per la comparsa dei giovani di lasca, si può affermare che il primo miglioramento significativo allontanandosi dall'obiettivo minimo si registra ad un deflusso pari a 2,9 m<sup>3</sup>/s. Ad agosto il fiume è in periodo di magra e le popolazioni si trovano già naturalmente sottoposte a stress idrico. Dall'analisi degli idrogrammi appare molto difficile riuscire a mantenere deflussi di questa entità; tuttavia l'obiettivo minimo di 2,6 m<sup>3</sup>/s costituisce un valore di riferimento che assicura le condizioni necessarie al mantenimento della comunità ittica e alla sua ricchezza in specie.

L'obiettivo minimo e il deflusso corrispondente al primo miglioramento significativo permettono di individuare il quadro dei deflussi critici modulati per mese. Tale quadro è riportato in tabella VII: l'obiettivo minimo è definito Soglia di Criticità; allontanandosi da questa soglia si identifica invece il Deflusso Vitale.

I deflussi così individuati sono stati confrontati con le curve di durata del Fiume Taro a Fornovo costruite a partire dalla serie storica di dati dal 2001 al 2006 (quest'ultimo fino a novembre). Le curve di durata specificano il numero di giorni dell'anno in cui un certo valore di portata è stato uguagliato o superato: tale numero è ottenuto dal diagramma cronologico delle portate riportando i valori delle Q in ordine decrescente (frequenza cumulata di superamento). I risultati sono esposti in tabella VIII, nella quale sono considerati tre scenari: uno riferito all'anno 2003, particolarmente siccitoso nell'ambito delle serie storica disponibile, un altro per il 2002, in cui le precipitazioni erano state abbondanti e un anno medio calcolato tra i rimanenti (una curva di durata può essere calcolata anche per la media giornaliera degli anni

Tab. VII. Sintesi dei deflussi critici per mese.

	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
<b>Deflusso vitale</b>	4,7 m <sup>3</sup> /s	3,4 m <sup>3</sup> /s	3,4 m <sup>3</sup> /s	2,9 m <sup>3</sup> /s
<b>Soglia di criticità</b>	2,6 m <sup>3</sup> /s	2,6 m <sup>3</sup> /s	2,6 m <sup>3</sup> /s	2,6 m <sup>3</sup> /s

Tab. VIII. Interpretazione dei deflussi critici tramite le curve di durata: ogni valore di deflusso critico è confrontato con le curve di durata per tre scenari (si veda il testo per la spiegazione). In ogni casella è dato il numero di giorni per i quali il regime del Fiume Taro garantisce, alla stazione di riferimento, un valore di portata uguale o superiore a quello critico.

Deflussi critici	2002	2003	Anno medio 2001, 2004, 2005, 2006
1,6 m <sup>3</sup> /s	-	Q <sub>282</sub>	-
2,6 m <sup>3</sup> /s	-	Q <sub>251</sub>	Q <sub>348</sub>
2,9 m <sup>3</sup> /s	Q <sub>362</sub>	Q <sub>245</sub>	Q <sub>335</sub>
3,4 m <sup>3</sup> /s	Q <sub>340</sub>	Q <sub>236</sub>	Q <sub>305</sub>
4,7 m <sup>3</sup> /s	Q <sub>313</sub>	Q <sub>219</sub>	Q <sub>292</sub>

di osservazione). Il confronto, basato su dati pregressi, fornisce indicazioni su quali aspetti di criticità sarebbero emersi nel periodo considerato (2001-2006) se i valori dei deflussi critici scaturiti da questa indagine fossero usati come valori di riferimento.

Dalla tabella VIII emerge che difficilmente il regime idrologico del Fiume Taro poteva garantire i valori dei deflussi critici per tutto l'arco dell'anno. Se per un anno piovoso quale si è rivelato il 2002 questa inadeguatezza era minimale, la criticità aumentava in maniera consistente nel 2003. Nell'anno medio, comunque, il numero di giorni per i quali non erano garantiti i deflussi critici era comunque non trascurabile.

Il barbo allo stadio riproduttivo costituisce la componente biologica più vulnerabile tra quelle esaminate. Va comunque sottolineato che la discretizzazione del tratto fluviale tramite transetti non è ottimizzata per descrivere la ripartizione locale delle zone di frega. Per questo stadio vitale i valori di ADP possono facilmente presentarsi molto deboli ma, d'altra parte, la scala

spaziale di selezione degli habitat di riproduzione è superiore a quella di una stazione di studio. Le conclusioni a riguardo dovrebbero dunque essere accompagnate da una mappatura delle potenziali zone di riproduzione sulla stazione di studio e sul tratto di fiume considerato (POUILLY *et al.*, 1995).

Le informazioni ottenute dalle curve ADP-Portata riguardano le singole componenti biologiche. Secondo l'ipotesi semplificatrice iniziale su cui si basa la metodologia applicata, la consistenza effettiva di una popolazione di pesci deve essere direttamente correlata con la qualità dell'habitat (POUILLY e SOUCHON, 1995) e, dunque, le condizioni fisiche dell'habitat contribuiscono a determinare la struttura delle popolazioni (SCHLOSSER, 1982; BAIN *et al.*, 1988). Secondo BOVEE (1988) il fattore habitat è necessario ma non sufficiente a spiegare lo sviluppo di una determinata popolazione. Bisogna infatti tenere presenti altri fattori quali le risorse nutritive, la disponibilità di ripari e rifugi, la disponibilità e distribuzione di zone adatte alla riproduzione, le fluttuazioni nel flusso, la qualità dell'acqua nonché



le interazioni biologiche di competizione, predazione e parassitismo (GARCIA DE JALON e GORTAZAR, 2007). Purtroppo la molteplicità delle specie, degli stadi di sviluppo e dei fattori che influenzano la scelta del microhabitat limitano l'efficacia dell'applicazione di curve di idoneità monovariate ed anche l'utilizzo di molteplici curve non è in grado di tradurre questa complessità (POUILLY e SOUCHON, 1995). Nel presente lavoro vengono utilizzate le curve di preferenza di diverse specie al fine di avere un quadro il più completo possibile delle esigenze delle singole componenti della comunità ittica. Si è compiuto uno sforzo interpretativo verso un risultato che tenesse conto di tutta la comunità ittica. Per fare questo, da un lato sono state considerate le modificazioni stagionali della struttura della comunità, dall'altro si è rilevata la necessità di confrontare le informazioni contenute nelle diverse curve ADP-Portata trasformandole in indicazioni atte ad illustrare in maniera schematica e semplice gli effetti dei decrementi di portata sulla conservazione delle specie ittiche.

## CONCLUSIONI

Lo studio qui presentato consente di avanzare l'ipotesi che il valore di DMV rappresentato dalla sola componente idrologica calcolata secondo la formula dell'Autorità di Bacino per il Po ( $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) non è tutelante nei confronti di alcuna delle specie presenti nel Fiume Taro.

La curva di durata dell'Anno Medio, inoltre, mostra che non è raro che il fiume presenti deflussi superiori ai  $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$  anche in estate e per quasi tutto l'anno. In que-

sti casi è possibile, nonché auspicabile, gestire il deflusso "disponibile" per le derivazioni in maniera oculata ed ecologicamente corretta, evitando cioè l'abuso della risorsa. Negli anni siccitosi, come il 2003, in cui le condizioni climatiche amplificano le conseguenze dei prelievi da parte delle attività antropiche e rendono la situazione estiva estremamente critica, lo stato d'emergenza richiederebbe misure straordinarie di gestione. In particolare le ragioni di tutela dell'ecosistema suggerirebbero di non prelevare acqua. Il Fiume Taro è sottoposto a prelievi anche nel suo tratto montano, di conseguenza la misura della portata effettuata dalla stazione idrometrica di Fornovo riflette il deflusso del fiume già decurtato di quei prelievi. Almeno nei periodi di crisi, quindi, l'attuazione di misure straordinarie di gestione dovrebbe contemplare la possibilità di attuare sistemi di gestione integrata del corso d'acqua, nel rispetto del "river continuum concept" (VANNOTE *et al.*, 1980).

Il presente lavoro contiene alcune importanti novità nel processo di quantificazione del rilascio in alveo. Si è compiuto uno sforzo rilevante per adattare tale rilascio alle variazioni nella struttura di comunità ittica osservate nel periodo di derivazione, variazioni dovute agli eventi riproduttivi delle specie esaminate. Ferma restando la necessità di localizzare le potenziali zone di frega, l'individuazione del barbo in stadio riproduttivo come la componente più sensibile al deficit idrico poiché meno favorita dalla morfologia del fiume costituisce un criterio importante di

discriminazione delle esigenze.

L'Indice di Accoglienza può essere utilizzato per a) quantificare la perdita di habitat mettendola in relazione alla potenzialità massima della stazione allo scopo di associare ad ogni portata la massima accoglienza possibile per ciascuna componente biologica; b) mettere in relazione i risultati ottenuti per ciascuna componente biologica individuando intervalli di portate e associando a ciascuno di questi il rischio che comporta in termini di sopravvivenza delle stesse.

Il concetto di Deflusso Minimo Vitale è stato articolato con maggiore dettaglio. L'approccio maggiormente utilizzato a livello internazionale nell'individuazione e nella gestione di tale deflusso 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 sono realistiche alcune disastrose conseguenze (quali l'estinzione di una o più specie) e una caratterizzata da tutte le altre portate (HUDSON *et al.*, 2003; USGS, 2001). In questo lavoro, invece, si distingue tra una Soglia di Criticità e un Deflusso Vitale: la prima è vicina al significato corrente di DMV, intendendo con esso un valore non necessariamente tutelante ma un limite di "sopravvivenza"; il secondo indica una condizione in cui la fauna ittica ha la possibilità di "vivere" in ambiente adeguato alle proprie esigenze. Sulla base di questa distinzione e sulle variazioni della struttura di comunità ittica è possibile proporre dei rilasci modulati mese per mese al fine di garantire le condizioni del sistema fluviale.

## BIBLIOGRAFIA

BAIN M.B., FINN J.T., BOOK H., 1988. Streamflow regulation and fish community structure. *Ecology*, 69 (2): 382-392.

BICCHI A., ANGELI VALENTINA., CAROSI A., LA PORTA G., MEARELLI M., PEDICILLO G., SPIGNONARDI M.P., LORENZONI M., 2006. Curve di preferenza delle

principali specie ittiche del bacino del fiume Tevere (Umbria, Italia). In: *S.It.E. Atti*, Viterbo/Civitavecchia, settembre 2006.

- BOVEE K.D., 1988. *Use of the instream flow incremental methodology to evaluate influences of microhabitat variability on trout populations in four Colorado streams*. 68th Annual conference, Western Association of Fish and Wildlife Agencies, Albuquerque, 31 p.
- BOVEE K.D., LAMB B.L., BARTHOLOW J.M., STALNAKER C.D., TAYLOR J., HENRIKSEN J., 1998-2004. *Stream habitat analysis using the Istream Flow Incremental Methodology*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Information & Technical Report USGS/BRD, 130 pp.
- 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*.
- 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*.
- GARCIA DE JALON D., GORTAZAR J., 2007. Evaluation of instream habitat enhancement options using fish habitat simulations: case-studies in the river Pas (Spain). *Aquatic Ecology* 41: 461-474.
- 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.
- 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.
- LAMOUREUX N., CAPRA H., 2002. Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations. *Freshwater Biology*, 47: 1543-1556.
- 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.
- LORO R., MARCHIANI C., 1999. Metodo di valutazione dei Microhabitat (EVHA) tramite analisi dell'ambiente fisico. In: *Atti del corso "Indirizzi metodologici per la definizione del Deflusso Minimo Vitale in ambiente montano"* - Busana (RE) 11-13 ottobre.
- MARCHIANI C., 1998. *Le acque superficiali del Parco del Taro: indagine scientifica per la gestione del territorio*. Tesi di dottorato, 107 pp.
- MARCHIANI C., ANTONIETTI R., 2004. Riflessioni ecologiche per la definizione del Deflusso Minimo Vitale nel Parco Fluviale del Taro. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol. - Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento*: 107-112.
- MENDUNI G., BRUGIONI M., CEDDIA M., NOCITA A., 2006. Il calcolo del deflusso minimo vitale su base biologica mediante l'utilizzo di un modello idraulico monodimensionale. In: *Atti IDRA 2006 - XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*.
- POUILLY M., VALENTIN S., CAPRA H., GINOT V., SOUCHON Y., 1995. Méthodes des Microhabitats: Principes et Protocoles d'application. *Bulletin Française de la Peche et de la Pisciculture*, 336: 41-54.
- POUILLY M., SOUCHON Y., 1995. Méthodes des Microhabitats: Validation et Perspectives. *Bulletin Française de la Peche et de la Pisciculture*, 337/338/339: 329-336.
- RAMBALDI A., RIZZOLI M., VENTURINI L., 1997. La valutazione delle portate minime per la vita acquatica sul Fiume Savio nei pressi di Cesena (FO). *Acqua & Aria Marzo*: 99-104.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2005. Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Piano di Tutela delle Acque. 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*.
- SCHLOSSER I.J., 1982. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecological Monographs*, 52 (4): 395-414.
- STALNAKER C.D., LAMB B.L., HENRIKSEN J., BOVEE K.D., BARTHOLOW J.M., 1995. *The instream flow incremental methodology: a primer for IFIM*. National Ecology Research Centre, Internal Publication, U.S. Department of the Interior, National Biological Service, Fort Collins, Colorado: 43 pp.
- 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.