

## **Valutazione della funzionalità potenziale e relativa dei corsi d'acqua dell'area padana**

**Valentina Dallafior<sup>1,2\*</sup>, Marta Bertolaso<sup>1,4</sup>, Pier Francesco Ghetti<sup>1</sup>, Maria Rita Minciardi<sup>3</sup>, Paolo Negri<sup>2</sup>, Gian Luigi Rossi<sup>3</sup>, Maurizio Siligardi<sup>2</sup>**

*1 Dipartimento di Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari di Venezia, Santa Marta, Dorsoduro 2137 - 30123 Venezia*

*2 Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Provincia Autonoma di Trento, via Mantova 16 - 38100 Trento*

*3 Sezione di Biologia Ambientale e Conservazione della Natura, Centro Ricerche ENEA, strada per Crescentino - 13040 Saluggia (VC)*

*4 Servizio Risorse Idriche, Provincia di Belluno, via S.Andrea 5 - 32100 Belluno*

*\* Referente per la corrispondenza: valentina.dallafior@provincia.tn.it*

### **Riassunto**

L'esperienza pluriennale maturata nell'applicazione del metodo IFF (Indice di Funzionalità Fluviale) ai corsi d'acqua italiani ha evidenziato che non sempre l'assenza di pressioni antropiche corrisponde ad una condizione di elevata funzionalità fluviale. Oltre a valutare la funzionalità reale, espressa in una scala di valori assoluta, può quindi risultare utile compararne il valore con quello della funzionalità potenziale, che si riferisce alle condizioni ideali di massima integrità ecologica per il tratto in studio. Si ottiene così la funzionalità relativa, espressa da un valore percentuale, che permette di stimare lo scostamento dalle condizioni di riferimento rappresentate dalla funzionalità potenziale. In questo lavoro viene presentata la procedura elaborata per la determinazione della funzionalità potenziale. Per agevolare la valutazione di questo parametro sono state distinte cinque “categorie tipologiche” fluviali, individuate sulla base di criteri ecosistemici, altimetrici e morfologici. Nonostante le valutazioni di funzionalità potenziale siano state elaborate con approccio tratto-specifico, è stato comunque possibile individuare caratteristiche comuni alla maggior parte dei tratti appartenenti ad una determinata categoria. Per ciascuna di esse si riporta un esempio dell'applicazione della metodologia ad alcuni tratti di corsi d'acqua dell'area padana (Regione Piemonte, Valle D'Aosta, Provincia di Belluno e Provincia Autonoma di Trento). La procedura elaborata trova utile applicazione nella valutazione degli interventi di riqualificazione fluviale, a supporto della pianificazione territoriale e come stima dell'integrità ecologica, anche ai sensi della Direttiva 2000/60/CE

PAROLE CHIAVE: Funzionalità fluviale / riqualificazione fluviale / integrità ecologica / ecologia fluviale

### **Assessment of the potential and relative fluvial functioning of running water ecosystems in the the Po plain and Northeast Italy**

The pluriennial experience in applying the FFI (Fluvial Functioning Index) in Italian running water ecosystems has pointed out that the absence of human impacts does not necessarily corresponds to high conditions of fluvial functioning. In addition to the real functioning assessment, expressed in an absolute scale, it can be useful to compare this value to the potential functioning, which refers to the ideal conditions of maximum ecological integrity. With this approach, the relative fluvial functioning can be measured on a percentage scale, which allows to estimate the distance from reference conditions represented by potential functioning. In this paper, we present the methodology for evaluate the potential fluvial functioning that has been recently developed. In order to facilitate the assessment of this parameter, five “typological categories” have been identified on the basis of ecosystem attributes, and altitudinal and morphological criteria. Even though the assessment of potential functioning has been carried out at stretch level, it is possible to recognise common characteristics between most of the stretches belonging to a certain category. For each of them we present an example of the application of such methodology to rivers and streams of the Po and Adige watersheds (Piemonte, Valle D'Aosta, Belluno Province and Autonomous Province of Trento). The developed procedure can be applied to the evaluation of river restoration projects, as a support of land planning and to make an appraisal of ecological integrity, even according to the 2000/60/CE Directive.

KEY WORDS: Fluvial functioning / river restoration / ecological integrity / river ecology

## INTRODUZIONE

La funzionalità fluviale, che può essere stimata attraverso l'applicazione dell'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale, SILIGARDI *et al.*, 2007), descrive la capacità del corso d'acqua di garantire le funzioni ecologiche che gli sono proprie, quali disponibilità di habitat, autodepurazione, filtro nei confronti del territorio circostante, etc. (DAHM. *et al.*, 1998; WARD *et al.*, 1998; TABACCHI *et al.*, 1998).

Negli ecosistemi fluviali non sempre si trova una corrispondenza tra integrità ecologica e funzionalità fluviale; esistono infatti tratti fluviali che, pur essendo senza pressioni antropiche, presentano condizioni intrinseche tali da non poter esplicitare il massimo di funzionalità in una scala di valori assoluta. L'esigenza di disporre di strumenti per la valutazione dell'integrità ecologica di un corso d'acqua ha quindi portato a sviluppare il concetto di funzionalità relativa, descritto per la prima volta nel manuale IFF 2007 (SILIGARDI *et al.*, 2007). Oltre a valutare la funzionalità reale, espressa in una scala assoluta e stimata attraverso l'applicazione dell'IFF, può risultare utile comparare questo valore con la funzionalità potenziale del tratto fluviale in esame, corrispondente alle condizioni di massima integrità ecologica (assenza di disturbo antropico). La funzionalità relativa viene quindi definita come rapporto tra funzionalità reale e potenziale ed esprime la distanza di un determinato tratto fluviale dalla funzionalità potenziale attesa.

Il valore di funzionalità relativa può dunque essere utilizzato come misura di integrità ecologica, anche nella logica della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, che richiede di valutare la qualità dell'ecosistema come scostamento da condizioni di riferimento tipo-specifiche.

Questo approccio può quindi risultare utile per definire le condizioni di riferimento alle quali tendere negli interventi di miglioramento ambientale e per valutare l'efficacia degli interventi di ripristino ambientale.

Questo lavoro ha lo scopo di elaborare e verificare una procedura di valutazione della funzionalità fluviale potenziale e relativa. La procedura qui descritta è stata sviluppata sulla base dei dati di funzionalità fluviale rilevati durante la stagione vegetativa 2008 su alcuni corsi d'acqua del bacino padano-veneto (Regione Piemonte, Valle D'Aosta, Provincia di Belluno e Provincia Autonoma di Trento).

## MATERIALI E METODI

Le "categorie tipologiche" fluviali sono state individuate sulla base di parametri ecosistemici, altimetrici e morfologici utili alla definizione dei valori di funzionalità potenziale. Tali categorie fluviali non si riferiscono a quelle ottenute con il processo di tipizzazione ai sensi

della Direttiva 2000/60/CE, indicato nel Decreto MATTM 16 giugno 2008 n. 131, che non prende in considerazione i parametri morfologici considerati invece nell'IFF.

Le cinque categorie fluviali proposte in questo lavoro si basano su alcuni modelli dell'ecologia fluviale (ILLIES e BOTOSANEANU, 1967; VANNOTE, 1980; MINELLI, 2002; MONTGOMERY e BUFFINGTON, 1993; ROSGEN, 1994). Per i corsi d'acqua trentini si è fatto inoltre riferimento alle tipologie ambientali definite nella Carta Ittica (SERVIZIO FAUNISTICO PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001). Di seguito sono brevemente descritte le cinque tipologie fluviali così individuate.

**Corsi d'acqua planiziali** (es. fiume Po – loc. Frasineto Po): tratti dei corsi d'acqua verso la foce che scorrono in territori pianeggianti, tendono naturalmente a formare anse e meandri e sono caratterizzati da fenomeni di deposizione di materiale fine.

**Corsi d'acqua pedemontani** (es. fiume Piave – Belluno): tratti in cui inizia la fase di deposito dei materiali più grossolani ed il substrato è caratterizzato da ciottoli, ghiaia e sabbia. L'alveo si fa più ampio e, in condizioni naturali, è presente un'estesa piana di esondazione.

**Corsi d'acqua di fondovalle:** (es. fiume Sarca – loc. Comano): tratti di corsi d'acqua caratterizzati da substrato abbastanza grossolano e andamento naturalmente confinato dai versanti della valle all'interno della quale scorrono.

**Corsi d'acqua montani compresi nella fascia altitudinale tra i 1000 m ed il limite altitudinale degli alberi** (es. torrente Larganza – loc. Molini): tratti di corsi d'acqua che scorrono in valli con forte acclività dei versanti ed ad un'altitudine compresa tra i 1000 m s.l.m. ed il limite altitudinale degli alberi.

**Corsi d'acqua montani al di sopra del limite altitudinale degli alberi** (es. torrente Ceggio – loc. Prima Busa): corsi d'acqua al di sopra del limite altitudinale degli alberi, caratterizzati da substrato a grossi massi ed elevata pendenza.

Le valutazioni di funzionalità potenziale sono state elaborate con approccio tratto-specifico, sebbene per ciascuna categoria fluviale sia stato possibile definire delle caratteristiche comuni alla maggior parte dei tratti appartenenti a tale categoria. La scheda di funzionalità potenziale è stata compilata ponendosi nella condizione di scegliere, per ciascuna domanda del metodo IFF, la risposta assegnabile al tratto in assenza di disturbo antropico.

La funzionalità potenziale di ciascuna categoria fluviale è stata valutata individuando i parametri che non raggiungono il massimo punteggio di funzionalità neppure in condizioni di integrità ecologica. Tali considerazioni sono state svolte sulla base della conoscenza delle caratteristiche ecologiche proprie delle categorie fluviali individuate e sulla base dell'esperienza pluri-

nale maturata nell'ambito dell'applicazione dell'IFF su tratti appartenenti a varie categorie fluviali e caratterizzati da impatto antropico diverso.

Le 14 domande della scheda IFF sono state quindi suddivise in due gruppi.

**Gruppo A:** domande in cui, indipendentemente dalla tipologia considerata, la funzionalità potenziale corrisponde al punteggio massimo della domanda: 1 (TER), 9 (SEZ), 14 (MBT)

**Gruppo B:** domande in cui il punteggio può non corrispondere al massimo di funzionalità assoluta. Si distinguono due sottogruppi.

*Gruppo B1:* domande in cui il punteggio di funzionalità potenziale può essere determinato in base alla categoria fluviale a cui appartiene il tratto (es. tratto montano sotto il limite altitudinale degli alberi, tratto pedemontano, tratto sopra il limite arboreo con bordura arbustiva riparia, etc.): 2 (VEG), 3 (AMP), 4 (CON), 10 (ITT), 13 (DET),

*Gruppo B2:* domande che prendono in considerazione caratteristiche sito-specifiche, in cui il punteggio da assegnare non risulta quindi definibile a priori: 6 (ESO), 7 (RIT), 8 (ERO), 11 (IDM)

Per ogni tratto fluviale è infatti possibile redigere una scheda di funzionalità potenziale mantenendo per le domande del gruppo A il punteggio massimo raggiungibile (associato alla risposta a), stabilendo il punteggio potenziale per il gruppo di domande B1 in base alle caratteristiche di funzionalità tipiche della categoria fluviale e valutando il punteggio da attribuire alle domande del gruppo B2 sulla base delle caratteristiche specifiche del tratto.

## RISULTATI

La procedura di valutazione della funzionalità potenziale elaborata è stata testata su tratti fluviali dell'area padana rappresentanti le diverse categorie individuate.

Oltre alle considerazioni emerse dall'analisi della funzionalità fluviale potenziale delle cinque categorie fluviali, per ciascuna di esse si riportano un esempio (una sponda per tratto) dell'applicazione della metodologia elaborata ed i primi risultati di funzionalità relativa ottenuti. In grassetto si riportano i punteggi che non raggiungono il massimo valore assoluto.

**Corsi d'acqua planiziali** (Fig. 1). Nei corsi d'acqua planiziali tutti i parametri considerati per valutare la funzionalità fluviale raggiungono il massimo punteggio in condizioni di integrità ecologica, ad eccezione del parametro relativo alla tipologia di detrito presente in quanto, pur in assenza di impatti antropici rilevanti, può accadere che vi sia compresenza di detrito fibroso (di origine autoctona) e polposo (di provenienza alloctona). Esiste comunque la possibilità che particolari condizioni sito-specifiche determinino una riduzione nel valore di funzionalità potenziale calcolabile in uno specifico tratto.

**Corsi d'acqua pedemontani** (Fig. 2). Per i corsi d'acqua pedemontani la funzionalità potenziale coincide con quella massima: in una situazione di integrità ecologica si raggiunge il massimo punteggio in tutte le domande, a meno che non siano presenti condizioni sito-specifiche che determinano variazioni nella sche-

domande IFF		funz. reale sinistra	funz. potenziale
1	TER	5	25
2	VEG 1		40
2 bis	VEG 2	10	
3	AMP	15	15
4	CONT	10	15
5	IDR	10	20
6	ESO	15	25
7	RIT	5	25
8	ERO	15	20
9	SEZ	5	20
10	ITT	5	25
11	IDRMF	5	20
12	VEGbag	10	15
13	DETR	10	<b>10</b>
14	MACR	10	20
PUNTEGGIO		130	295
LIVELLO		III	
FUNZ. RELATIVA (%)		<b>44%</b>	



Fig. 1. Calcolo della funzionalità relativa di un tratto fluviale planiziale: il Fiume Po a Frassineto Po (AL).

da di funzionalità potenziale (es. presenza di una forra, scarsa ampiezza della valle, particolarità geologiche e geomorfologiche).

**Corsi d'acqua di fondovalle** (Fig. 3). Nei corsi d'acqua di fondovalle l'unico parametro in cui, nella maggior parte dei casi, la funzionalità fluviale risulta naturalmente ridotta è l'ampiezza della piana di esondazione, limitata dalla conformazione morfologica naturale della valle. Le altre domande ragguagliano il massi-

mo punteggio nella scheda di funzionalità potenziale, a meno di particolari condizioni sito-specifiche (es. presenza di forra, accentuata acclività dei versanti, presenza di cascate naturali, ecc.).

**Corsi d'acqua montani al di sotto del limite altitudinale degli alberi** (Fig. 4). Nei tratti montani al di sotto del limite altitudinale degli alberi le componenti ecologiche che presentano naturalmente valori limitati di funzionalità sono:

domande IFF		funz. reale sinistra	funz. potenziale
1	TER	5	25
2	VEG 1	25	40
2 bis	VEG 2		
3	AMP	15	15
4	CONT	15	15
5	IDR	5	20
6	ESO	5	15
7	RIT	5	25
8	ERO	15	20
9	SEZ	20	20
10	ITT	20	25
11	IDRMF	15	20
12	VEGbag	10	15
13	DETR	10	15
14	MACR	10	20
PUNTEGGIO		175	290
LIVELLO		III	
FUNZ. RELATIVA (%)		60%	



Fig. 2. Calcolo della funzionalità relativa di un tratto fluviale pedemontano: il Fiume Piave a Belluno (BL).

domande IFF		funz. reale sinistra	funz. potenziale
1	TER	25	25
2	VEG 1	25	40
2 bis	VEG 2		
3	AMP	15	15
4	CONT	15	15
5	IDR	10	20
6	ESO	5	5
7	RIT	25	25
8	ERO	20	20
9	SEZ	20	20
10	ITT	20	25
11	IDRMF	15	20
12	VEGbag	10	15
13	DETR	15	15
14	MACR	20	20
PUNTEGGIO		240	280
LIVELLO		II	
FUNZ. RELATIVA (%)		86%	



Fig. 3. Calcolo della funzionalità relativa di un tratto fluviale di fondovalle: il Fiume Sarca in loc. Ponte Arche (TN).

- tipologia delle fasce perfluviali: rara è la compresenza di due o più formazioni riparie arboree ed arbustive;
- efficienza di esondazione: frequentemente, ma non sempre, nei tratti montani l'estensione della piana inondabile è ridotta in ampiezza a causa di condizioni morfologiche di accentuata acclività dei versanti. Il dinamismo fluviale indotto dalla pulsazione delle portate può dunque risultare significativamente ridotto;
- idromorfologia: nei tratti montani spesso si rileva la tipologia morfologica a “step and pool”, ma non è infrequente ritrovare situazioni caratterizzate da successione regolare degli elementi idromorfologici.

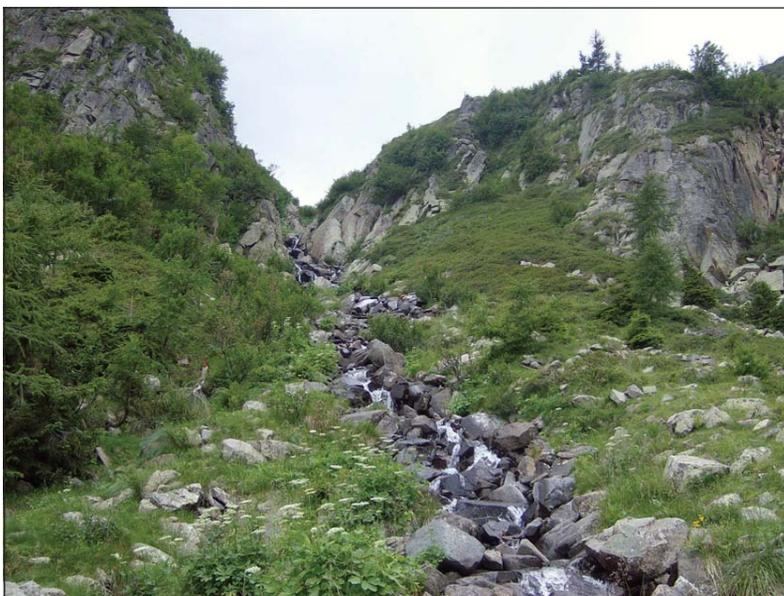
**Corsi d'acqua montani al di sopra del limite altitudinale degli alberi** (Fig. 5). Le componenti ecologiche che non esprimono la massima funzionalità in questo caso sono:

domande IFF		funz. reale sinistra	funz. potenziale
1	TER	25	25
2	VEG 1	10	<b>25</b>
2 bis	VEG 2		
3	AMP	15	15
4	CONT	15	15
5	IDR	20	20
6	ESO	1	<b>1</b>
7	RIT	25	25
8	ERO	20	20
9	SEZ	20	20
10	ITT	25	25
11	IDRMF	15	<b>15</b>
12	VEGbag	15	15
13	DETR	15	15
14	MACR	20	20
PUNTEGGIO		241	256
LIVELLO		II	
FUNZ. RELATIVA (%)		<b>94%</b>	



**Fig. 4.** Calcolo della funzionalità relativa di un tratto fluviale montano al di sotto del limite altitudinale degli alberi: Torrente Larganza, loc. Molini (Roncegno Terme, TN).

domande IFF		funz. reale sinistra	funz. potenziale
1	TER	25	25
2	VEG 1	1	<b>1</b>
2 bis	VEG 2		
3	AMP	1	<b>1</b>
4	CONT	5	<b>5</b>
5	IDR	20	20
6	ESO	1	<b>1</b>
7	RIT	25	25
8	ERO	20	20
9	SEZ	20	20
10	ITT	20	<b>20</b>
11	IDRMF	15	15
12	VEGbag	15	15
13	DETR	15	15
14	MACR	20	20
PUNTEGGIO		203	203
LIVELLO		II	
FUNZ. RELATIVA (%)		<b>100%</b>	



**Fig. 5.** Calcolo della funzionalità relativa di un tratto fluviale montano al di sopra del limite altitudinale degli alberi: Torrente Ceggio, loc. Prima Busa (TN).

- vegetazione perfluviale: solitamente, si sviluppa solamente una vegetazione di tipo erbaceo o una limitata fascia arbustiva di ontano verde;
- efficienza di esondazione: la piana inondabile risulta nella maggior parte dei casi assente o molto limitata in ampiezza a causa dell'acclività dei versanti e della forte pendenza;
- idoneità ittica: data la scarsità di ombreggiatura e di buche che fungano da zone rifugio, la capacità del torrente di ospitare una comunità ittica strutturata risulta ridotta;
- idromorfologia: l'elevata pendenza spesso non permette lo sviluppo di una successione regolare di elementi idromorfologici;
- strutture di ritenzione: le strutture di ritenzione possono non essere abbondanti a causa della carenza di tronchi, rami, radici e assenza di canneto. Inoltre, se il corso d'acqua scorre incassato nella roccia, le strutture di ritenzione risultano ridotte rispetto ad un tratto in cui vi è prevalenza di grossi massi (dom. 7).

Nella tabella I sono riportati i risultati dell'analisi della funzionalità relativa, che esprimono il grado di scostamento dalla condizione di integrità ecologica del tratto di corso d'acqua considerato.

Il caso esaminato per la categoria dei tratti montani al di sopra del limite altitudinale degli alberi dimostra come valutando la funzionalità fluviale reale si ottenga un giudizio buono (determinato dall'assenza di vegetazione perfluviale arbustiva-arborea e dall'accentuata acclività dei versanti che limita l'efficienza di esondazione), invece la funzionalità relativa dello stesso tratto raggiunge il 100% (giudizio ottimo). Si può quindi osservare come, in termini di funzionalità fluviale, il tratto risulti in condizioni d'integrità ecologica pur non raggiungendo il massimo grado di funzionalità in termini assoluti.

Nel tratto montano al di sotto del limite altitudinale degli alberi la funzionalità relativa raggiunge il 94%.

Rispetto ad una situazione ideale, il tratto presenta uno scarso sviluppo di vegetazione perfluviale riparia, che si limita ad una bordura di arbusti ripari.

Nell'esempio di tratto di fondovalle, benché il punteggio di funzionalità assoluta sia buono, la funzionalità relativa indica come il tratto si discosti del 14% dallo stato di integrità ecologica, principalmente a causa delle alterazioni del regime idrico naturale e della scarsa presenza di vegetazione perfluviale.

Per il tratto pedemontano considerato la funzionalità relativa è pari al 60% a causa dei bassi valori di funzionalità ottenuti soprattutto nelle domande relative al territorio circostante, alle condizioni idriche, all'efficienza di esondazione e alla capacità di ritenzione degli apporti trofici.

Il tratto planiziale presenta una funzionalità fluviale relativa pari al 44%. In questo tratto, infatti, risultano compromesse alcune componenti dell'ecosistema fluviale: in particolare la morfologia è alterata e condiziona anche lo sviluppo naturale della vegetazione perfluviale.

## DISCUSSIONE

La procedura elaborata per la determinazione della funzionalità potenziale permette di calcolare la funzionalità relativa, parametro che può concorrere alla valutazione dell'integrità ecologica nella logica della Direttiva 2000/60/CE. L'introduzione di tali concetti incrementa le possibilità di utilizzo applicativo dei dati di funzionalità fluviale per la caratterizzazione e valutazione dei corsi d'acqua e per la pianificazione del territorio, fornendo anche un utile strumento previsionale (MINCIARDI *et al.*, 2009). La stima dell'entità dello scostamento dalle condizioni di integrità ecologica risulta infatti utile per definire le condizioni di riferimento alle quali tendere negli interventi di miglioramento ambientale e per valutare correttamente l'efficacia degli interventi di ripristino ambientale (DALLAFIOR e NE-

**Tab. I.** Funzionalità potenziale, reale e relativa per ciascuna delle categorie fluviali considerate.

CATEGORIA FLUVIALE	MONTANO	MONTANO	FONDOVALLE	PEDEMONTANO	PLANIZIALE
	(sopra il limite altitud. degli alberi)	(sotto il limite altitud. degli alberi)			
Corso d'acqua	t. Ceggio	t. Larganza	fiume Sarca	fiume Piave	fiume Po
Località	Ronchi V. Roncegno loc. Prima Busa (TN)	Belluno (BL) loc. Molini (TN)	Frassineto Po (AL)		
Funzionalità reale (punteggio)	203	241	240	175	130
Funzionalità reale (livello)	II	II	II	III	III
Funzionalità potenziale (punteggio)	203	256	280	290	295
Funzionalità relativa (%)	100 %	94 %	86 %	60 %	44 %

GRI, 2008).

Le sperimentazioni finora condotte hanno indotto a proporre una procedura per la determinazione della funzionalità potenziale a livello di singolo tratto. Si è preferito adottare tale approccio tratto-specifico, piuttosto che valutare la funzionalità potenziale esclusivamente a livello di categorie fluviali, in quanto si ritiene che non tutti gli aspetti che concorrono a determinare la funzionalità potenziale dipendano strettamente dal tipo di categoria fluviale, ma alcuni di essi siano invece legati alle particolari caratteristiche del sito (es. presenza o meno di piana inondabile, presenza di una forra, ecc.). Si ritiene, infatti, che l'adozione di un approccio di valutazione della funzionalità potenziale che si basi esclusivamente sulle caratteristiche della categoria fluviale di appartenenza di un determinato tratto fluviale, possa portare alla perdita di informazioni potenzialmente utili per la successiva applicazione del metodo IFF alla valutazione degli interventi di riqualificazione fluviale e a supporto della pianificazione ambientale. Inoltre, l'adozione di una metodologia basata sulla determinazione di un valore di funzionalità potenziale di riferimento per ciascuna

categoria fluviale non permetterebbe di ottenere valutazioni scorperate e di dettaglio. La definizione a priori di valori di funzionalità potenziale associati alle varie categorie fluviali risulterebbe inoltre riduttiva in quanto alcuni tratti potrebbero collocarsi in situazioni intermedie tra le varie categorie, che sfumano le une nelle altre e sono difficilmente identificabili univocamente.

Il rilevatore si troverà quindi a valutare la funzionalità potenziale tratto per tratto: in particolare, dovrà stabilire quale risposta assegnare alle domande del gruppo B, facendo riferimento sia alle indicazioni riguardanti le caratteristiche ecologiche che risultano comuni per la maggior parte dei tratti di una stessa categoria fluviale sia alle condizioni naturali specifiche del sito.

La procedura qui proposta necessita ancora di un percorso di validazione su una casistica più ampia di tratti di corsi d'acqua. S'intende proseguire la ricerca sviluppando delle linee guida per la compilazione della scheda di funzionalità potenziale, all'interno delle quali saranno riportate le indicazioni utili per l'interpretazione delle particolari condizioni locali.

## BIBLIOGRAFIA

- DAHM C., GRIMM N.B., MARMONIER P., VALETT H.M., VERVIER P., 1998. Nutrient dynamics at the interface between surface waters and groundwaters. *Freshwater Biology*, **40**: 427-451.
- DALLAFIOR V., NEGRI P., 2008. IFF per la riqualificazione delle fasce perifluviali. *Alberi e Territorio*, Anno V, n. 5.
- ILLIES J., BOTOSANEANU L., 1967. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*, **12**: 1-57.
- LENZI M.A., D'AGOSTINO V., SONDA D., 2000. *Ricostruzione morfologica e recupero ambientale dei torrenti*. Editoriale Bios, Cosenza.
- MINCIARDI M.R., ROSSI G.L., ROATTA V., SPADA D., BETTA G., PORRO E., TOGNONI N. 2009. *L'uso di scenari per la valutazione dell'effetto di derivazioni ad uso idroelettrico: il caso studio della Val Chisone (TO)*. Atti del convegno GADIO, Alessandria 9-10 maggio 2008.
- MINELLI A., RUFFO S., STOCH F. (a cura di), 2002. *Torrenti montani. La vita nelle acque correnti*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Museo Friuliano di Storia Naturale, Quaderni Habitat, **5**: 57-79.
- MONTGOMERY D.R., BUFFINGTON J.M., 1993. *Channel classification, prediction of channel response, and assessment of channel condition*, Report TFW-SI-110-93-002, Washington State Timber/Fish/Wildlife Agreement, University of Washington, Seattle.
- ROSGEN D. 1994. A classification of natural river. *Catena*, **22**: 169-199.
- SERVIZIO FAUNISTICO DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001. *Carta ittica del Trentino*.
- SILIGARDI M., AVOLIO F., BALDACCINI G., BERNABEI S., BUCCI M. S., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., FLORIS B., FRANCESCHINI A., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., NEGRI P., PINESCHI G., POZZI S., ROSSI G.L., SANSONI G., SPAGGIARI R., TAMBURRO C., ZANETTI M., 2007. *I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale*, Manuale APAT, Trento (scaricabile dal sito <http://www.appa.provincia.tn.it/appa/publicazioni/-Acqua/pagina22.html>).
- TABACCHI E., CORRELL D.L., HAUER R., PINAY G., PLANTY-TABACCHI A., WISSMAR R.C., 1998. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. *Freshwater Biology*, **40**: 497-516.
- 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**: 130-137.
- WARD J.V., BRETSCCHKO G., BRUNKE M., DANIELOPOL D., GIBERT J., GONSER T., HILDREW A.G., 1998. The boundaries of river systems: the metazoan perspective. *Freshwater Biology*, **40**: 531-569.