

IQH_IFF

Una metodologia per la valutazione delle condizioni
di habitat basata sull'indice di funzionalità fluviale

P. NEGRI, V. DALLAFIOR, C. MONAUNI, F. PAOLI, S. PELLEGRINI

Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente
Provincia Autonoma di Trento

V. ROATTA, R. AZZOLLINI, D. GERBAZ, S. ISABEL, L. VICQUÉRY

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
della Valle d'Aosta

GIAN LUIGI ROSSI

ENEA – Unità Tecnica Tecnologie Saluggia
Centro Ricerche Saluggia, Vercelli



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

IQH_ IFF

Una metodologia per la valutazione delle condizioni di habitat basata sull'indice di funzionalità fluviale

P. NEGRI, V. DALLAFIOR, C. MONAUNI, F. PAOLI, S. PELLEGRINI

Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente
Provincia Autonoma di Trento

V. ROATTA, R. AZZOLLINI, D. GERBAZ, S. ISABEL, L. VICQUÉRY

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
della Valle d'Aosta

GIAN LUIGI ROSSI

ENEA – Unità Tecnica Tecnologie Saluggia
Centro Ricerche Saluggia, Vercelli

I Rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina
<http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/rapporti-tecnici>

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia.

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

IQH_IFF

Una metodologia per la valutazione delle condizioni di habitat basata sull'indice di funzionalità fluviale

P. NEGRI, V. ROATTA, G. L. ROSSI, R. AZZOLLINI, V. DALLAFIOR, D. GERBAZ, S. ISABEL, C. MONAUNI, F. PAOLI, S. PELLEGRINI, L. VICQUÉRY

Riassunto

La ricerca sviluppata da APPA Trento, Arpa Valle d'Aosta e Enea ha lo scopo di sviluppare una metodologia per la valutazione dell'habitat fluviale. A tal fine si è considerato l'insieme delle caratteristiche idromorfologiche di un tratto fluviale allo scopo di valutarne la distanza dalle condizioni di naturalità tipo- e sito-specifiche in quanto habitat dell'insieme delle comunità acquatiche (vegetali ed animali), comprendendo non solo aspetti di tipo fisico e idrologico, ma anche di tipo biotico, quali le caratteristiche della fascia riparia per il ruolo strutturale che riveste in ambito fluviale. Il metodo proposto prevede l'utilizzo di informazioni derivate dall'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale e dal censimento delle opere di origine antropica presenti in alveo. Le caratteristiche considerate sono raggruppate in 3 categorie, ciascuna delle quali espressa mediante un subindice.

Per la definizione dei limiti di classe e la validazione dell'indice è stato utilizzato un database relativo a siti distribuiti nel territorio montano di 7 diverse regioni italiane. Si ritiene quindi che la metodica IQH_IFF, sulla base della sua applicazione su una casistica relativamente ampia in ambito montano, possa essere considerata sufficientemente robusta e sensibile.

Parole chiave: habitat fluviale, metodi di valutazione, Indice di Qualità dell'Habitat, Indice di Funzionalità Fluviale

Abstract

The research, carried out by APPA Trento, Arpa Valle d'Aosta and Enea, aims to develop a methodology for assessing river habitats. For this purpose, we considered the hydromorphological characteristics of a river stretch in order to assess the distance from type- and site-specific natural conditions. The concept of habitat includes all aquatic communities (plants and animals), comprehending not only physical and hydrological aspects, but also biotic issues, such as the features of the riparian strip, due to the role it plays in river ecology.

The proposed method foresees the use of information derived from the Fluvial Functioning Index and from a survey of the artificial elements in the channel. The considered features are grouped into three categories, each expressed by a subindex.

For the definition of class boundaries and the validation of the index a database including sites from mountain areas of 7 different Italian regions was used. Therefore, based on its application over a relatively large case series in mountain areas, the IQH_IFF method could be considered sufficiently robust and sensitive.

Key words: river habitat, assessment methods, Habitat Quality Index, Fluvial Functioning Index

INDICE

1. PREMESSA
2. INTRODUZIONE
3. DEFINIZIONI
4. IL METODO IQH_IFF
5. SVILUPPO DELLA METODOLOGIA
 - 5.1 ASSOCIAZIONE DEGLI ELEMENTI ALLE CATEGORIE
 - 5.2 STUDIO DEGLI ELEMENTI ATTRAVERSO IL METODO IFF
 - 5.3 CALCOLO DELL'IQH_IFF: QUANTIFICAZIONE E ATTRIBUZIONE DEI PESI
 - 5.4 COMPILAZIONE DEL DATA BASE E DEFINIZIONE DEI LIMITI DI CLASSE
6. INDICAZIONI PER L'APPLICAZIONE DI IQH_IFF
7. CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

ALLEGATO: ESEMPIO DI CALCOLO

1. PREMESSA

APPA Trento, ARPA Valle d'Aosta e il Laboratorio di Ecologia di ENEA Saluggia (UTTS-ECO), sulla base di una collaborazione ormai più che decennale nel campo del monitoraggio dei corsi d'acqua in ambito alpino, hanno dato origine ad un gruppo di lavoro spontaneo, finalizzato alla messa a punto di una metodica di valutazione della qualità dell'habitat che utilizzasse l'esperienza di analisi della funzionalità fluviale conseguita nell'elaborazione e nell'utilizzo dell'Indice di Funzionalità Fluviale IFF.

Il lavoro ha preso le mosse da una prima intuizione sulla possibilità di applicare il principio della funzionalità relativa allo scopo di valutare lo scostamento dello stato di un sito fluviale dalle sue condizioni di riferimento dal punto di vista morfologico-funzionale. Tale intuizione, attraverso un notevole lavoro di elaborazione, frutto dell'esperienza, della sperimentazione e dell'elaborazione teorica dei membri del gruppo di lavoro, si è tradotta quindi in una metodica, che non vuole essere considerata definitiva, ma anzi viene presentata proprio perché la sua applicazione in contesti differenziati ne permetta il miglioramento e l'affinamento.

2. INTRODUZIONE

La definizione di habitat ha subito una radicale evoluzione nel corso dell'ultimo secolo. Il concetto è stato introdotto in ecologia da Clements e Shelford (1939) come le condizioni fisiche che circondano una specie, o popolazione di specie, o insieme della specie, o comunità, e ribadito da Odum (1971) come l'insieme delle caratteristiche fisiche dove vive un organismo o, meglio, una popolazione di una determinata specie. Successivamente, e in particolare in seguito all'emanazione della cosiddetta Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE del Consiglio), il concetto di habitat è stato introdotto nella normativa col significato di zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali. In questo modo, quindi, l'habitat perde il riferimento diretto ad una singola specie, animale o vegetale, passando ad un significato più affine a quello di unità di base di un ecosistema.

La stessa Direttiva Habitat considera comunque anche la definizione di habitat di una singola specie come l'ambiente definito da fattori abiotici e biotici specifici in cui vive la specie in una delle fasi del suo ciclo biologico.

Nel presente lavoro si è optato quindi per adottare un concetto di habitat in qualche modo intermedio tra i due approcci sopra descritti: si considera l'insieme delle caratteristiche idromorfologiche di un tratto fluviale allo scopo di valutarne la distanza dalle condizioni di naturalità tipiche e sito-specifiche in quanto habitat dell'insieme delle comunità acquatiche (vegetali ed animali). Ovviamente tali caratteristiche comprendono non solo aspetti di tipo fisico e idrologico, ma anche di tipo biotico, quali le caratteristiche della fascia riparia per il ruolo strutturale che riveste in ambito fluviale.

Da questo punto di vista, quindi, l'IQH_IFF si differenzia dalla metodica di valutazione della qualità morfologica e laborata recentemente da ISPR (Rinaldi et al., 2011), fondamentalmente per il livello di scala utilizzato nell'analisi: mentre l'IQM viene applicato a scala di bacino, sottobacino o di *corpo idrico*, il metodo qui proposto si riferisce ad un *segmento* di 500 metri di lunghezza. Da ciò deriva la differenza nel significato della valutazione effettuata: da un lato si tratta di valutare le condizioni idromorfologiche a macroscale, identificando i processi evolutivi dell'alveo, dall'altra gli *elementi* idromorfologici vengono considerati come componente strutturale dell'habitat. D'altronde, nella valutazione

dell'habitat il "focus" è la componente biotica, mentre la valutazione idromorfologica va ad interpretare aspetti come il trasporto solido, la mobilità dell'alveo, la naturalità topografica.

Un'ultima considerazione riguarda la scelta del riferimento rispetto al quale effettuare la valutazione: ci si è rifatti alla definizione di stato elevato che la Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE) definisce: *Nessuna alterazione antropica, o alterazioni antropiche poco rilevanti, dei valori degli elementi di qualità fisicochimica e idromorfologica del tipo di corpo idrico superficiale rispetto a quelli di norma associati a tale tipo inalterato.* In particolare, poi, riferendosi alle componenti idromorfologiche, si definiscono e levate le condizioni in cui *caratteristiche del solco fluviale, variazioni della larghezza e della profondità, velocità di flusso, condizioni del substrato nonché struttura e condizioni delle zone ripariali corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.* Su questa base si è utilizzato un riferimento sito-specifico, perché è l'unico tipo di approccio che possa dare ragione della potenzialità di tali caratteristiche in assenza di alterazioni di origine antropica.

3. DEFINIZIONI

Si riportano una serie di definizioni utilizzate di seguito, così da attribuire un significato univoco a ciascun termine presente nella metodica:

CATEGORIE (3): raggruppamenti degli *elementi* valutati per definire la qualità degli habitat (D.Lgs 152/06 e s.m.i.):

- 1- diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari;
- 2- presenza di strutture artificiali;
- 3 -uso del territorio nelle aree fluviali e perifluviali.

CORPO IDRICO (superficiale): un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, p d i u n torrente, fiume o canale, acque di transizione o un tratto di acque costiere (Direttiva 2000/60/CE).

ELEMENTI: caratteristiche degli habitat fluviali da indagare per la valutazione delle condizioni di habitat (CEN, 2004; D.Lgs 152/06 e s.m.i.):

- substrato;
- vegetazione nel canale e detrito organico;
- caratteristiche di erosione/deposito;
- flussi;
- continuità longitudinale;
- struttura e modificazione delle sponde;
- tipi di vegetazione/struttura delle sponde e dei territori adiacenti;
- uso del territorio adiacente al corso d'acqua e caratteristiche associate.

FUNZIONALITÀ RELATIVA: stima della distanza, in termini di funzionalità fluviale, dalla condizione potenziale. Viene espressa come valore da 0 a 1 ed è ottenuta dal rapporto tra il punteggio di funzionalità reale e quello di funzionalità potenziale espresso con 3 cifre decimali (Dallafior et al., 2011).

IFF: Indice di Funzionalità Fluviale (Siligardi et al., 2007).

OPERE PUNTIFORMI: opere longitudinali con lunghezza inferiore al TMR (tratto minimo rilevabile dall'IFF).

SEGMENTO: porzione di 500 m di *corpo idrico* considerata come unità topografica per la valutazione delle condizioni di habitat. [500 m è l'unità standard di campionamento utilizzata dai principali metodi europei di rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche e di habitat (Buffagni et al., 2008)].

SUBINDICI (3): indicizzazione delle 3 *categorie* proposte dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. per la valutazione delle condizioni di habitat.

TRATTO: tratto fluviale coincidente ad un tratto IFF. L'applicazione del metodo IFF prevede la compilazione di schede differenti in funzione delle caratteristiche sito-specifiche rilevate. Un *segmento* può quindi coincidere con un *tratto* oppure essere caratterizzato da più *tratti* qualora vi siano variazioni significative delle caratteristiche indagate dall'IFF.

Segue un elenco delle principali opere artificiali rilevabili nei corsi d'acqua:

ARGINE: Opera longitudinale rilevata rispetto al piano di campagna. Ha la funzione di contenere le acque di piena, perciò, di proteggere la piana alluvionale dalle inondazioni. Dovendo resistere a l'infonamento, è costruito con un nucleo impermeabile che si approfondisce di alcuni metri nel suolo (Siligardi et al., 2007).

ARGINE IN FROLDO: argine realizzato a diretto contatto con l'acqua, senza gola interposta (Siligardi et al., 2007).

BRIGLIE: Opere trasversali rilevate sul fondo. Hanno la funzione di dissipare l'energia della corrente (nel salto) e di intrappolare i sedimenti elevando il livello del letto con conseguente riduzione della forza erosiva e consolidamento di manufatti, scarpate o versanti. A tal fine le briglie sono spesso realizzate in serie (Siligardi et al., 2007).

DIFESA SPONDALE: opera longitudinale realizzata per proteggere una sponda dall'erosione. A differenza degli argini, le difese spondali non sono rilevate rispetto al piano di campagna e non hanno funzione di protezione dalle esondazioni (Siligardi et al., 2007).

GUADO: opera di attraversamento realizzata per essere sormontata dall'acqua, anche in piena ordinaria (Betta et al., 2008).

PENNELLO: opera idraulica a diversa tipologia costruttiva, con andamento trasversale rispetto alla sponda dell'alveo inciso, con funzioni di allontanamento della corrente dalla sponda stessa (Siligardi et al., 2007).

PLATEAZIONE: consolidamento e rivestimento del fondo dell'alveo mediante massi ciclopici, massi cementati o calcestruzzo, finalizzato a proteggere l'alveo dall'erosione, e/o a ridurre l'attrito e ad accelerare la velocità della corrente (in corrispondenza di strozzature idrauliche) (Siligardi et al., 2007).

RADDRIZZAMENTO: riduzioni più o meno spinte della sinuosità, fino all'taglio dei meandri. Comportano un aumento di pendenza e di velocità nel tratto rettificato (Siligardi et al., 2007).

SOGLIE: strutture trasversali simili a briglie, ma interrato delle quali affiora in superficie solo la sommità: a monte di esse non si accumulano quindi né acqua né sedimenti. La loro funzione è quella di stabilizzare la quota dell'alveo, impedendone l'approfondimento (Siligardi et al., 2007).

TRAVERSA: opera costruita trasversalmente al flusso della corrente. Non ha il compito di creare un in vaso ma semplicemente di rialzare i livelli idrici a monte per alimentare la presa di una derivazione in modo continuo o periodico (Betta et al., 2008).

4. IL METODO IQH_IFF

Per costruire un indice di qualità dell'habitat secondo i presupposti definiti sopra, si è deciso, quindi, di utilizzare ampiamente le informazioni derivanti dal rilievo condotto per l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale IFF (Siligardi et al., 2007).

L'IFF è un metodo che stima l'insieme dei processi, funzioni, dinamiche e correlazioni che interessano gli *elementi* strutturali del fiume e le comunità che in esso vivono, attraverso l'assegnazione di una risposta a 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua che comprendono tutti gli *elementi* utili alla valutazione dell'habitat.

Il rilievo di campo prevede di percorrere l'intero sviluppo dell'asta fluviale considerata (in questo caso al minimo 500 m del *segmento* in esame) e di compilare una scheda di rilevamento per ciascun *tratto* omogeneo rilevato. Al variare anche di un solo parametro (e quindi di una risposta), occorre individuare un nuovo *tratto* omogeneo, compilando un'ulteriore scheda.

Fra le domande del metodo IFF non sono state considerate quelle riferite agli aspetti relativi alle comunità acquatiche, che costituiscono piuttosto il riferimento biotico degli habitat oggetto di valutazione. Gli aspetti non presi in carico sono quindi la componente vegetale in alveo bagnato (domanda 12), il detrito (domanda 13) e la comunità macrobentonica (domanda 14).

Il metodo, elaborato allo scopo di definire la funzionalità del corso d'acqua, consente però di effettuare valutazioni nel campo della naturalità, attraverso il calcolo della *funzionalità relativa* (Dallafior et al. 2011). Individuando, infatti, il valore atteso per ciascun parametro considerato in condizioni teoriche di assenza di alterazioni di origine antropica, è possibile stabilire, secondo modalità parzialmente tipo-specifiche, ma fondamentalmente sito-specifiche, il valore di funzionalità potenziale. La misura del rapporto tra la funzionalità reale e quella attesa (potenziale), assunta come condizione di riferimento, fornisce il valore di

funzionalità relativa che fornisce indicazioni sullo stato di naturalità dell'ecosistema oggetto di valutazione.

L'approccio utilizzato nella definizione della *funzionalità relativa* è stato mutuato, nel presente lavoro, utilizzando sia il rilievo dei singoli *elementi*, effettuato in campo, sia l'individuazione del valore potenzialmente assunto dall'*elemento* in assenza di pressione antropica, e esprimendo il risultato attraverso il calcolo del valore relativo, come espressione della distanza della situazione reale dalle condizioni di riferimento.

5. SVILUPPO DELLA METODOLOGIA

Lo sviluppo della metodica IQH_IFF ha seguito un percorso a fasi successive secondo il seguente ordine logico:

1. Associazione degli *elementi* alle *categorie*
2. Studio degli *elementi* attraverso il metodo IFF
3. Calcolo dell'IQH_IFF: quantificazione e attribuzione dei pesi
4. Compilazione del data base e definizione dei limiti di classe

5.1 Associazione degli elementi alle categorie

La Direttiva Quadro Acque stabilisce che i metodi per il monitoraggio debbano essere conformi a norme internazionali oppure essere equivalenti dal punto di vista scientifico. A tale scopo è stato fatto riferimento alla Norma CEN 14614 (2004).

In questo documento sono elencati 10 *elementi* principali che caratterizzano l'habitat fluviale, che possono essere riuniti in 3 *categorie*, corrispondenti a quelle indicate nel D.Lgs 152/06 e s.m.i.

Nella prima fase dello sviluppo del metodo gli *elementi* sono stati associati alle *categorie* secondo lo schema di Tabella 1:

CATEGORIA 1	ELEMENTI IDROMORFOLOGICI
DIVERSIFICAZIONE E QUALITA' DEGLI HABITAT FLUVIALI E RIPARI	SUBSTRATO
	VEGETAZIONE NEL CANALE E DETRITO ORGANICO
	CARATTERISTICHE DI EROSIONE / DEPOSITO
	FLUSSI
	TIPI DI VEGETAZIONE

CATEGORIA 2	ELEMENTI IDROMORFOLOGICI
PRESENZA DI STRUTTURE ARTIFICIALI	CONTINUITA' LONGITUDINALE
	STRUTTURA E MODIFICAZIONI DELLE SPONDE

CATEGORIA 3	ELEMENTI IDROMORFOLOGICI
USO DEL TERRITORIO NELLE AREE FLUVIALI E PERIFLUVIALI	STRUTTURA DEI TERRITORI ADIACENTI
	USO DEL SUOLO ADIACENTE AL CORSO D'ACQUA

Tabella 1: associazione degli elementi alle categorie

5.2 Studio degli elementi attraverso il metodo IFF

Nelle fase 2 sono state associate le domande IFF a i singoli *elementi* idromorfologici, verificando con attenzione quali aspetti dell'habitat fluviale vengano presi in considerazione. Alcune domande caratterizzano più *elementi* idromorfologici ma nel calcolo dell'indice IQH_ IFF sono considerate una sola volta.

La seconda *categoria* (presenza di strutture artificiali) è stata analizzata utilizzando un approccio diverso, per non trascurare opere puntuali, talvolta non rilevate dall'IFF, ma che a livello di *segmento* hanno comunque un peso significativo. Tutte le possibili strutture artificiali sono individuate e valutate come penalizzanti a seconda del loro impatto.

Nelle Tabelle 2, 3 e 4 è presentata un'analisi di dettaglio per ciascuna *categoria*.

CATEGORIA 1 - DIVERSIFICAZIONE E QUALITA' DEGLI HABITAT FLUVIALI E RIPARI

CATEGORIA 1	ELEMENTI IDROMORFOLOGICI	DOMANDA IFF ASSOCIATA
DIVERSIFICAZIONE E QUALITA' DEGLI HABITAT FLUVIALI E RIPARI	SUBSTRATO	7. SUBSTRATO DELL'ALVEO E STRUTTURE DI RITENZIONE DEGLI APPORTI TROFICI
		9. SEZIONE TRASVERSALE
		10. IDONEITA' ITTICA
		11. IDROMORFOLOGIA
	VEGETAZIONE NEL CANALE E DETRITO ORGANICO	7. SUBSTRATO DELL'ALVEO E STRUTTURE DI RITENZIONE DEGLI APPORTI TROFICI
		10. IDONEITA' ITTICA
	CARATTERISTICHE DI EROSIONE / DEPOSITO	8. EROSIONE
	FLUSSI	5. CONDIZIONI IDRICHE
		6. EFFICIENZA DI ESONDAZIONE
	TIPI DI VEGETAZIONE	2. VEGETAZIONE PRESENTE NELLA FASCIA PERIFLUVIALE PRIMARIA / SECONDARIA

Tabella 2: associazione delle Domande IFF agli *elementi* idromorfologici della Categoria 1

SUBSTRATO

Il metodo IFF considera le condizioni del substrato dell'alveo, le caratteristiche del solco fluviale, la variazione della larghezza e della profondità attraverso le domande 7, 9, 10, 11.

La domanda 7 "Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici" richiede di indagare, anche attraverso una valutazione della granulometria, la varietà e la stabilità del mosaico morfologico.

La domanda 9 "Sezione trasversale" va ad analizzare la diversità morfologica e strutturale della sezione valutando anche la presenza di opere artificiali.

La domanda 10 "Idoneità ittica" valuta le caratteristiche dell'habitat idonee a sostenere una potenziale ed ottimale comunità ittica. Non vengono presi in considerazione aspetti biologici ma strutturali del corso d'acqua come, nel caso di corsi d'acqua montani (zona a Salmonidi e/o a Ciprinidi reofili), la presenza di buche e raschi, di strutture stabilmente incassate quali grossi massi, sassi e ciottoli, vecchi tronchi, rive concave con presenza di radici e rocce sporgenti. Queste tre domande considerano inoltre la permeabilità del substrato.

La diversificazione morfologica intesa anche come variazioni di profondità e larghezza a macroscale e mesoscale viene considerata nella domanda 11 "Idromorfologia" che analizza la presenza di elementi come raschi, pozze, step and pool, canali intrecciati o anastomizzati e meandri.

VEGETAZIONE NEL CANALE E DETRITO ORGANICO

La domanda 7 “Substrato dell’alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici” valuta la capacità di ritenzione potenziale della sostanza organica grossolana attraverso la presenza di strutture morfologiche del fiume quali tronchi incassati, massi e ciottoli, radici superficiali e canneti.

La domanda 10 “Idoneità ittica” considera, inoltre, la presenza di vegetazione acquatica intesa come habitat per le specie ittiche fitofile.

CARATTERISTICHE DI EROSIONE/DEPOSITO

La domanda 8 “Erosione” indaga e individua i processi di erosione in atto che, in situazioni di naturalità, si presentano soprattutto nelle curve o nelle strettoie.

FLUSSI

La dinamica dei flussi di un corso d’acqua è valutata dalla domanda 5 “Condizioni idriche” che analizza l’andamento della portata determinato dal regime idrologico e dalle alterazioni legate ai differenti usi della risorsa idrica (derivazioni irrigue, idroelettriche, industriali ecc.).

La domanda 6 “Efficienza di esondazione” considera la possibilità di esondazione e la sua efficienza potenziale.

TIPI DI VEGETAZIONE

La tipologia di vegetazione è analizzata nella domanda 2 “Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria” e 2 bis “Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria”. In queste domande si valuta tra i vari aspetti la presenza di formazioni vegetali funzionali alla costituzione di habitat indagando sulla tipologia della formazione stessa (riparia, autoctona o esotica).

Per alcune tipologie di formazioni a funzionalità limitata, caratterizzate da una elevata presenza di specie esotiche e/o infestanti (formazioni arboree di specie esotiche e formazione arbustive riparie a forte presenza di esotiche e/o infestanti) si è ritenuto opportuno prevedere una ulteriore penalizzazione rispetto alla valutazione di funzionalità effettuata mediante l’IFF. Tali formazioni esotiche, infatti, pur garantendo un residuo di funzionalità, non rispondono ai requisiti di naturalità dell’habitat.

CATEGORIA 2 - PRESENZA DI STRUTTURE ARTIFICIALI

CATEGORIA 2	ELEMENTI IDROMORFOLOGICI	TIPOLOGIA DI STRUTTURE ARTIFICIALI
PRESENZA DI STRUTTURE ARTIFICIALI	CONTINUITA' LONGITUDINALE	OPERE TRASVERSALI (BRIGLIE, TRAVERSE, SOGLIE o GUADI)
	STRUTTURA E MODIFICAZIONI DELLE SPONDE	ARGINI
		DIFESE SPONDALI
		PERCORSO RADDRIZZATO
		PLATEAZIONI DI FONDO

Tabella 3: associazione delle tipologie di strutture artificiali agli *elementi* idromorfologici della Categoria 2

È stata definita una lista delle principali opere artificiali che insistono sui corsi d'acqua e alterano gli habitat fluviali:

- opere trasversali;
 - briglie e traverse singole o multiple;
 - soglie singole o multiple;
 - guadi singoli o multipli;
- altre opere che interessano le sponde o l'alveo (pennelli, opere di ripresa o di restituzione, pile di ponti);
- opere longitudinali;
 - argini in frodo;
 - argini distanziati dalla sponda;
 - difese spondali;
 - difese al piede;
 - opere puntiformi;
- plateazioni di fondo;
- raddrizzamento.

CATEGORIA 3 - USO DEL TERRITORIO NELLE AREE FLUVIALI E PERIFLUVIALI

CATEGORIA 3	ELEMENTI IDROMORFOLOGICI	DOMANDA IFF ASSOCIATA
USO DEL TERRITORIO NELLE AREE FLUVIALI E PERIFLUVIALI	STRUTTURA DEI TERRITORI ADIACENTI	3. AMPIEZZA DELLE FORMAZIONI FUNZIONALI PRESENTI IN FASCIA PERIFLUVIALE
		4. CONTINUITA' DELLE FORMAZIONI FUNZIONALI PRESENTI IN FASCIA PERIFLUVIALE
	USO DEL SUOLO ADIACENTE AL CORSO D'ACQUA	1. STATO DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE

Tabella 4: associazione delle Domande IFF agli *elementi* idromorfologici della Categoria 3

USO DEL SUOLO ADIACENTE AL CORSO D'ACQUA

Le domande 3 “Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale” e 4 “Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale” valutano l'ampiezza cumulativa e la continuità delle formazioni funzionali presenti nella fascia perifluviale. Le interruzioni sono intese come: suolo nudo, formazioni erbacee non igrofile, formazioni arbustive a dominanza di esotiche e infestanti.

STRUTTURA DEI TERRITORI ADIACENTI

La domanda 1 “Stato del territorio circostante” valuta le ripercussioni che la porzione di territorio circostante può avere sul corso d'acqua in relazione al differente uso del suolo (naturale, seminaturale, agricolo o urbanizzato).

5.3 Calcolo dell'IQH_IFF: quantificazione e attribuzione dei pesi

Nella terza fase di sviluppo le 3 *categorie* sopra descritte sono state quindi trasformate in 3 *subindici*, attraverso un processo di quantificazione.

Tutti i calcoli sono condotti con un arrotondamento alla seconda cifra decimale.

1) La quantificazione del SUBINDICE 1, relativo alla diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari, CATEGORIA 1, è stata effettuata rapportando per ciascuna sponda di ciascun *tratto* la somma dei valori che il metodo IFF attribuisce alle domande scelte come rappresentative della *categoria* e la somma dei rispettivi valori di funzionalità potenziale.

Come descritto in precedenza, il SUBINDICE 1 riguarda le domande IFF:

- domanda 2 (o 2 bis): vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria (o secondaria);
- domanda 5: condizioni idriche;
- domanda 6: efficienza di esondazione;
- domanda 7: substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici;
- domanda 8: erosione;
- domanda 9: sezione trasversale;
- domanda 10: idoneità ittica;
- domanda 11: idromorfologia.

La formula per il calcolo del SUBINDICE 1 per la sponda *k-esima* (S_k) di un *tratto* IFF è la seguente:

$$\text{Sub1}S_k = \frac{(D2_{rea} + D5_{rea} + D6_{rea} + D7_{rea} + D8_{rea} + D9_{rea} + D10_{rea} + D11_{rea})}{(D2_{pot} + D5_{pot} + D6_{pot} + D7_{pot} + D8_{pot} + D9_{pot} + D10_{pot} + D11_{pot})}$$

Dove:

$D_{i_{rea}}$ = valore della risposta alla *i*-esima domanda della scheda IFF;

$D_{i_{pot}}$ = valore della risposta alla *i*-esima domanda della funzionalità potenziale.

Per $D2_{rea}$ si deve prendere in considerazione in alternativa la domanda 2 o la 2 bis, mentre per $D2_{pot}$ si considera unicamente la domanda 2 (questo poiché la fascia perifluviale attesa è comunque sempre primaria).

Qualora in un *tratto* sia stata rilevata la presenza di formazioni arboree di specie esotiche o di formazioni arbustive riparie a forte presenza di esotiche e/o infestanti (tipologie 8 e 11 della Tabella 6.1 del Manuale IFF), è stata introdotta una penalizzazione di 0,05 da attribuire al valore del *subindice*. Tale valore, definito attraverso una serie di simulazioni finalizzate a valutare il “peso” delle specie vegetali aliene sul punteggio finale, ha lo scopo di valutarne il ruolo negativo svolto dal punto di vista della qualità dell’habitat.

Successivamente è stata calcolata la media pesata sui 500 m delle lunghezze dei singoli *tratti* tenendo presente che la lunghezza complessiva a cui riferirsi sarà 1000 m, disponendo di valori separati per le due sponde.

$$Sub1 = \sum_{i=1}^n \frac{Sub1S_1 * L_1 + Sub1S_2 * L_2 + \dots + Sub1S_k * L_k}{1000}$$

Dove:

L_k = lunghezza di ogni *tratto* individuato tramite l’applicazione dell’IFF;

$Sub1S_k$ = è il valore del SUBINDICE 1 applicato alla sponda k-esima in uno specifico *tratto*.

2) La quantificazione del SUBINDICE 2 relativo alla presenza di strutture artificiali, CATEGORIA 2, è stata effettuata attribuendo un valore ad ogni opera a seconda dell’impatto causato (Tabella 5). Maggiore è il suo impatto maggiore è il valore attribuito.

OPERE TRASVERSALI (valutate sull'intero segmento di 500 m)		
TIPOLOGIA DI OPERA		VALORE PENALIZZANTE
BRIGLIE E TRAVERSE (Br)	SINGOLE	0,20
	MULTIPLE	0,30
SOGLIE (So)	SINGOLE	0,10
	MULTIPLE	0,20
GUADI (Gu)	SINGOLI	0,10
	MULTIPLI	0,20
ALTRE OPERE CHE INTERESSANO SPONDE O ALVEO (Al)	PENNELLI	0,10
	OPERE DI PRESA O DI RESTITUZIONE	0,10
	PILE DI PONTI	0,10

OPERE LONGITUDINALI (da rilevare separatamente per le due rive, per ogni tratto e da ponderare successivamente sul segmento di 500 m)		
TIPOLOGIA DI OPERA		VALORE PENALIZZANTE
ARGINI IN FROLDO (AF)		0,40
ARGINE DISTANZIATO DALLA SPONDA (AD)		0,15
DIFESE SPONDALI (DS)		0,20
DIFESE AL PIEDE (DP)		0,10
OPERE PUNTIFORMI (OP)	SINGOLE	0,05
	MULTIPLE	0,10
PLATEAZIONE DI FONDO (PF)		0,40
RADDRIZZAMENTO (Ra)		0,20

Tabella 5: penalizzazioni relative ad ogni tipologia di struttura artificiale

Le opere trasversali sono attribuite all'intero *segmento* di 500 m.

Il valore attribuito alla presenza di un'opera longitudinale è ponderato in funzione della lunghezza del *tratto* in cui è rilevato rispetto all'intero *segmento*. Le opere sulle sponde vengono valutate separatamente mentre quelle relative all'intero alveo (plateazione e raddrizzamento) sono considerate una sola volta. La valutazione per ogni *tratto* è data quindi dalla somma delle opere sulle sponde e di quelle in alveo. Per opere puntiformi si intendono quelle che hanno una lunghezza inferiore al TMR, tratto minimo rilevabile, che, come indicato nel manuale di applicazione dell'IFF, è proporzionale alla larghezza dell'alveo di morbida del *tratto* rilevato.

Il *subindice* relativo alla CATEGORIA 2 è il risultato della sommatoria delle penalizzazioni dovute alla presenza della struttura artificiale, sottratta all'unità.

$$\text{Sub2} = 1 - (\text{Br} + \text{So} + \text{Gu} + \text{Al}) -$$

-

$$\sum_1^n \frac{(\text{AF}_{jdx} + \text{AF}_{jsx} + \text{AD}_{jdx} + \text{AD}_{jsx} + \text{DS}_{jdx} + \text{DS}_{jsx} + \text{DP}_{jdx} + \text{DP}_{jsx} + \text{OP}_{jdx} + \text{OP}_{jsx} + \text{PF}_j + \text{Ra}_j) * L_j}{500}$$

Dove:

Br, So, Gu, Al = sono i valori penalizzanti relativi alle opere trasversali valutate sull'intero *segmento* (vedi Tabella 5);

AF_{jdx}, AF_{jsx}, AD_{jdx}, AD_{jsx}, DS_{jdx}, DS_{jsx}, DP_{jdx}, DP_{jsx}, OP_{jdx}, OP_{jsx}, PF_j, Ra_j = sono i valori penalizzanti per la presenza di opere longitudinali (vedi Tabella 5) presenti nel *tratto* j-esimo;

L_j = lunghezza di ogni *tratto* individuato tramite l'applicazione dell'IFF.

3) La quantificazione del SUBINDICE 3 relativo all'uso del territorio nelle aree fluviali e perifluviali, CATEGORIA 3, è stata effettuata rapportando i valori delle domande IFF scelte come rappresentative della *categoria* ai rispettivi valori di funzionalità potenziale. Il SUBINDICE 3 riguarda le domande IFF:

- domanda 1: Stato del territorio circostante;
- domanda 3: Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale;
- domanda 4: Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale.

È stato attribuito un peso diverso alle due componenti della CATEGORIA 3 (ambito perifluviale e territorio circostante), dando maggiore importanza alle domande relative alla zona più prossima al corso d'acqua (domande 3 e 4). La formula per il calcolo del SUBINDICE 3 per la sponda k-esima (S_k) di un *tratto* IFF è la seguente:

$$\text{Sub3 } S_k = \frac{(0.4 * D1_{rea}) + 0.6 * (D3_{rea} + D4_{rea})}{(0.4 * D1_{pot}) + 0.6 * (D3_{pot} + D4_{pot})}$$

Dove:

$D1_{rea}$ = valore della risposta alla i-esima domanda della scheda IFF;

$D1_{pot}$ = valore della risposta alla i-esima domanda della funzionalità potenziale.

Successivamente, come per la CATEGORIA 1, è stata calcolata la media pesata sui 500 m delle lunghezze dei singoli *tratti* tenendo presente che la lunghezza complessiva a cui riferirsi sarà 1000 m, avendo valori separati per le due sponde.

$$\text{Sub3} = \frac{\sum_1^n \text{Sub3 } S_1 * L_1 + \text{Sub3 } S_2 * L_2 + \dots + \text{Sub3 } S_k * L_k}{1000}$$

Dove:

L_k = lunghezza di ogni singolo *tratto* individuato tramite l'applicazione dell'IFF;

$\text{Sub3} S_k$ = è il valore del SUBINDICE 3 applicato alla sponda k-esima di uno specifico *tratto*.

Per ottenere il valore finale e quindi quantificare la qualità dell'habitat è stata calcolata una media ponderata tra i valori corrispondenti ai tre *subindici*. I pesi (Tabella 6) sono stati attribuiti valutando l'impatto che la *categoria* assume sulle condizioni dell'habitat. La prima *categoria* è la più determinante in quanto considera gli aspetti idromorfologici che incidono primariamente sulla struttura degli habitat fluviali e ripari e sulle comunità che in essi vivono. La presenza di strutture artificiali, che possono ostacolare lo sviluppo di una buona condizione di habitat, assume maggiore peso rispetto all'uso del territorio circostante.

In sintesi, più gli aspetti dell'habitat valutati si distanziano dall'asse del corso d'acqua minore è il loro peso complessivo sul giudizio finale.

CATEGORIA	PESO
1-DIVERSIFICAZIONE E QUALITA' DEGLI HABITAT FLUVIALI E RIPARI	0.5
2-PRESENZA DI STRUTTURE ARTIFICIALI	0.3
3-USO DEL TERRITORIO NELLE AREE FLUVIALI E PERIFLUVIALI	0.2

Tabella 6: pesi attribuiti a ciascuna *categoria*

Il valore dell'Indice di Qualità dell'Habitat si riassume nell'equazione seguente:

$$IQH_IFF = 0.5*Sub\ 1 + 0.3*Sub\ 2 + 0.2*Sub\ 3$$

5.4 COMPILAZIONE DEL DATA BASE E DEFINIZIONE DEI LIMITI DI CLASSE

La struttura stessa dell'indice individua come condizione di riferimento un *segmento* in cui il valore dell'indice raggiunge il massimo possibile, pari a 1. Tale condizione viene ottenuta solo nei casi in cui i tre *subindici* raggiungono valore 1 e, di conseguenza, le caratteristiche rilevate corrispondono totalmente alle condizioni attese (utilizzate per il calcolo dell'IFF potenziale), e sia assente qualunque struttura artificiale. Si assume, quindi, che le condizioni ottimali dal punto di vista dell'habitat corrispondano alla massima naturalità, identificata come condizione di riferimento.

La fase conclusiva del processo di sviluppo della metodologia ha interessato la definizione dei limiti di classe, ed è stata effettuata seguendo l'approccio definito nell'ambito della Common Implementation Strategy della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (European Commission, 2003), ripreso anche da successive esperienze italiane (Buffagni et al., 2010).

È stato quindi predisposto un database con siti rilevati in diverse idrocoregioni e in differenti tipologie fluviali, che rappresentassero l'intera gamma di variabilità dell'indicatore per un totale di 158 *segmenti*. Per ogni *segmento* è stato calcolato il valore della *funzionalità relativa* globale, espresso dalla media ponderata sulla lunghezza di ogni *tratto* di scheda IFF (rilevato secondo la procedura definita da Dallafior et al., 2011). In questo caso la *funzionalità relativa* è stata utilizzata come indice dello scostamento dalle condizioni di riferimento sito-specifiche, in quanto indica la distanza, in termini di funzionalità, dalle condizioni di massima integrità ecologica potenziale del tratto di corso d'acqua in esame.

Sono quindi stati presi in considerazione come siti in condizioni di assenza di alterazione antropica, o di alterazione antropica non rilevante i *segmenti* caratterizzati da IFF relativo appartenente al I livello di funzionalità ($IFF_{rel} \geq 0.87$), per un totale di 51 *segmenti*. In Tabella 7 viene indicato il numero di *segmenti* utilizzati, suddivisi per regione; tra i 51 *segmenti* individuati, 29 sono stati selezionati e validati come siti di riferimento secondo la procedura normativa e tecnica esistente (Buffagni e Erba, 2014).

REGIONE	NUM SEGMENTI
VALLE D'AOSTA	12
TRENTO	22
LOMBARDIA	2
FRIULI VENEZIA GIULIA	7
VENETO	3
MARCHE	2
ABRUZZO	3
TOTALE	51

Tabella 7: numero di *segmenti* caratterizzati da IFF relativo appartenente al I livello di funzionalità divisi per regione

Per ciascun *segmento* è stato determinato il valore di IQH_IFF; successivamente è stato calcolato il decimo percentile che è risultato pari a 0.89. Tale valore è stato quindi individuato come soglia tra le prime due classi (*elevato* – *buono*). La restante parte dell'intervallo di variazione dell'indice è stata suddivisa in 4 intervalli, in modo da poter definire cinque classi di IQH_IFF, suddivise come riportato in Tabella 8:

Livello	Giudizio	Limiti di classe	Colore
I	ELEVATO	1 – 0.89	BLU
II	BUONO	0.88 – 0.68	VERDE
III	MEDIOCRE	0.67 – 0.47	GIALLO
IV	SCADENTE	0.46 – 0.26	ARANCIO
V	PESSIMO	0.25 – 0.03	ROSSO

Tabella 8: limiti di classe di IQH_IFF

Per tutti gli altri segmenti presenti nel database sono stati calcolati i valori assunti dai diversi *subindici* e dall'IQH_IFF nel suo complesso, attribuendo a ciascun *segmento* ad una classe di qualità dell'habitat secondo i valori riportati in Tabella 8. In questo modo è stato possibile verificare la distribuzione dei *segmenti* rilevati nelle diverse classi, dimostrando così la capacità dell'indice di discriminare differenti condizioni di alterazione degli habitat.

6. INDICAZIONI PER L'APPLICAZIONE DI IQH_IFF

L' IQH_IFF è applicato su una porzione di 500 metri di lunghezza, rappresentativa del *corpo idrico*, definita come *segmento*. Nel caso di applicazione su siti di riferimento (ai sensi del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.) il segmento si estende da 100 metri a valle a 400 metri a monte della stazione di campionamento.

È necessario applicare il metodo IFF al *segmento*, rilevare tutte le possibili opere, anche puntiformi, e le alterazioni antropiche che insistono lungo il corso d'acqua, nonché raccogliere tutte le informazioni presso gli enti preposti alla gestione idraulica del corso d'acqua (es. Genio Civile, Consorzi di bonifica, Autorità di bacino et c.) per individuare eventuali sistemazioni attualmente non più evidenti e visibili.

Il *segmento* può coincidere con un *tratto* IFF oppure può risultare suddiviso in più *tratti* in funzione delle caratteristiche sito-specifiche.

Nel corso delle attività di campo deve essere inoltre definito, per ogni singola domanda, il valore potenziale che assumerebbe la domanda stessa in assenza di alterazioni antropiche. A tale scopo potrebbe essere utile l'impiego delle modalità di rilievo definite in Ciutti et al., 2010, mentre per le modalità di rilievo e di calcolo di IFF e di IFF potenziale si rimanda a Siligardi et al., 2007 e Dallafior et al., 2011.

In questo modo è possibile procedere al calcolo dei tre *subindici*, descritti nel paragrafo 5.3, e del valore complessivo di IQH_IGF, utilizzando la formula:

$$\text{IQH_IGF} = 0.5 * \text{Sub 1} + 0.3 * \text{Sub 2} + 0.2 * \text{Sub 3}$$

Il valore ottenuto può essere attribuito ad una delle cinque classi attraverso l'utilizzo della Tabella 8 che riporta i limiti di ciascuna classe di qualità dell'habitat.

Per facilitare il calcolo dell'indice è stato predisposto un apposito foglio di calcolo, che è messo a disposizione sui siti istituzionali degli Enti coinvolti.

In allegato è fornito un esempio di calcolo.

7. CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha permesso di elaborare una metodica di valutazione della qualità dell'habitat, inteso come l'insieme delle caratteristiche idromorfologiche di un tratto fluviale in quanto habitat delle comunità acquatiche animali e vegetali come meglio definito nell'Introduzione. Tale metodica, sulla base della sua applicazione su una casistica relativamente ampia in ambito montano, risulta essere sufficientemente robusta e sensibile.

Si ritiene necessario ora procedere alla verifica dell'applicabilità del metodo in ambiti territoriali diversi, in particolare in ambiente pianiziale e nei corsi d'acqua molto grandi. Si può presumere, a tale riguardo, che l'utilizzo della metodica di rilievo dell'IGF relativo, per la sua applicabilità di carattere generale, possa permettere l'applicazione dell'IQH_IGF anche in tali territori, eventualmente con la necessità di definire modalità di rilievo più specifiche per i *corpi idrici* di grande dimensione.

BIBLIOGRAFIA

- Betta G., Iorio L., Porro E., Silvestro C. (eds.), 2008. *Manuale per il censimento delle opere in alveo*. Provincia di Torino, Regione Piemonte, 255 pp.
- Buffagni A., Erba S., Demartini D. (eds.), 2010. *Deliverable P d3. Indicazioni generali e protocolli di campo per l'acquisizione di informazioni idromorfologiche e di habitat. Parte A: Fiumi*. Project LIFE+ InHabit, CNR-IRSA, CNR-IRSE, Arpa Piemonte, Regione Sardegna 94 pp.
- Buffagni A., Erba S., 2014. *Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010*. Manuali e Linee Guida 107/2014, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 89 pp.
- Ciutti F., Beltrami M.E., Negri P., Dallafior V., Siligardi M., Cappelletti C., 2010. Scheda di campo integrativa per l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale IFF 2007. *Biologia Ambientale* 24 (2) 17-22.
- Clements F.E., Shelford V.E., 1939. *Bio-Ecology*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 425 pp.
- CEN, 2004. *Norma EN 14614 Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers*. 22 pp.
- Dallafior V., Bertolaso M., Ghetti P.F., Minciardi M.R., Monauni C., Negri P., Rossi G.L., Siligardi M., 2011. Valutazione della funzionalità fluviale potenziale e calcolo della funzionalità relativa: un approccio per i tratti a funzionalità naturalmente limitata. *Biologia Ambientale* 25(2) 3-14.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale.
- European Commission, 2003. Water Framework Directive (WFD) Common Implementation Strategy Group 2 -3 Reference Condition for inland surface waters (REFCOND): *Guidance on establishing reference conditions and Ecological Status class boundaries for inland surface waters*. Final version, 30 April 2003, European Commission, 86 pp.
- Odum E.P., 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B Saunders, 574 pp.
- Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M., 2011. *Manuale tecnico-operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua – Versione 1*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, 232 pp.
- 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. *IFF 2007 Indice di Funzionalità Fluviale, Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata*. Manuale APAT, 325 pp.

ALLEGATO

ESEMPIO DI CALCOLO

Individuato un *segmento* di 500 m di un corso d'acqua, suddiviso in due *tratti*, si applica la procedura sopra descritta.

Il tratto 1 (TR1) lungo 210 m presenta in destra idrografica una formazione arborea esotica (robinia).

Il tratto 2 (TR2) lungo 290 m è caratterizzato dalla presenza di un guado e di una difesa al piede in sponda sinistra che annulla i processi erosivi e limita la naturalità della sezione trasversale. La sponda destra presenta un territorio circostante caratterizzato da aree naturali e prati falciati, con una fascia perfluviale di ampiezza compresa tra 2 e 10 m e con interruzioni frequenti.

CALCOLO DEL SUBINDICE 1

Si prendono in considerazione le domande IFF (2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11) che si riferiscono al Sub1 e si valuta per ognuna di queste il valore potenziale.

IFF REALE

CODICE	L (m)	SP. TER	1	2	2bis	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOT	LIV	GIUDIZIO
			VEG 1	VEG 2	AMP	CON	IDR	ESO	RIT	ERO	NAT	ITT	RAS	PER	DET	MBT				
TR1	210	sx	25	25		15	15	20	1	25	15	20	20	15	15	15	20	246	II	buono
		dx	25	10		15	15	20	1	25	15	20	20	15	15	15	20	231	II	buono
TR2	290	sx	25	25		15	15	20	1	15	1	15	20	15	15	15	20	217	II	buono
		dx	20	25		5	5	20	1	15	15	20	20	15	15	15	20	211	II	buono

IFF POTENZIALE

CODICE	L (m)	SP. TER	VEG 1	VEG 2	AMP	CON	IDR	ESO	RIT	ERO	NAT	ITT	RAS	PER	DET	MBT	TOT	LIV	REL %	GIUDIZIO
			40	40	15	15	20	1	25	20	20	25	15 <th>15 <th>20</th> <th>25</th> <th>15 <th>20</th> <th>271 <th>I <th>0,908 </th></th></th></th></th>	15 <th>20</th> <th>25</th> <th>15 <th>20</th> <th>271 <th>I <th>0,908 </th></th></th></th>	20	25	15 <th>20</th> <th>271 <th>I <th>0,908 </th></th></th>	20	271 <th>I <th>0,908 </th></th>	
TR1	210	sx	40	40	15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	I	0,908	elevato
		dx	40	40	15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	I-II	0,852	elevato/buono
TR2	290	sx	40	40	15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	II	0,801	buono
		dx	40	40	15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	II	0,779	buono

VIENE APPLICATA
LA FORMULA SubISk

CODICE	L (m)	SP.	CAT 1 - REAL	CAT 1 - POT	FORMAZIONE ESOTICHE	SubISk
TR1	210	SX	141	166	NO	0,85
		DX	126	166	SI: =-0,05	0,71
TR2	290	SX	112	166	NO	0,67
		DX	131	166	NO	0,79

VIENE APPLICATA
LA FORMULA SubI

SUBINDICE 1	VALORE
SubI	0,75

CALCOLO DEL SUBINDICE 2

Le opere trasversali sono valutate sull'intero segmento di 500 m mentre le opere longitudinali vengono attribuite al singolo tratto IFF e pesate in funzione della sua lunghezza.

OPERE TRASVERSALI	Briglie / Traverse		Soglie		Guadi		Pennelli		Prese/restituzioni		Pile ponti		TOTALE OPERE TRASV.
	Singola	Multiple	Singola	Multiple	Singola	Multiple	Singola	Multiple	Singola	Multiple	Singola	Multiple	
Valutate sui 500 m													0,10

OPERE LONGITUDINALI		Argine froido	Argine distanz.	Difese spondali	Difese al piede	Opere puntiformi		Plateaz. fondo	Raddriz- zamento	Totale
COD.	SP.					Singola	Multiple			
TR 1	sx									0,00
	dx									
TR 2	sx				0,10					0,00
	dx									
TOTALE OPERE LONGITUDINALI (media pesata sulla lunghezza del tratto)										
0,06										

Il SUBINDICE 2 quindi è dato da:

TOTALE PENALIZZAZIONE OPERE TRASVERSALI	0,10
TOTALE PENALIZZAZIONE OPERE LONGITUDINALI	0,06
TOTALE PENALIZZAZIONE	0,16
Sub 2	0,84

CALCOLO DEL SUBINDICE 3

Si prendono in considerazione le domande IFF (1, 3 e 4) che si riferiscono al Sub2 e si valuta per ognuna di queste il valore potenziale.

IFF REALE

CODICE	L (m)	SP.	TER	1	2	2bis	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	GIUDIZIO		
TR1	210	sx	25	25	VEG 1	VEG 2	AMP	CON	IDR	ESO	RIT	ERO	NAT	ITT	RAS	PER	DET	MBT	TOT	LIV	GIUDIZIO
		dx	25	10			15	15	20	1	25	15	20	20	20	15	15	15	20	246	II
TR2	290	sx	25	25	25		15	15	20	1	15	1	15	20	15	15	15	20	217	II	buono
		dx	20	25			5	5	20	1	15	15	20	20	15	15	15	20	211	II	buono



IFF POTENZIALE

CODICE	L (m)	SP.	TER	VEG 1	VEG 2	AMP	CON	IDR	ESO	RIT	ERO	NAT	ITT	RAS	PER	DET	MBT	TOT	LIV	REL %	GIUDIZIO
TR1	210	sx	25	40		15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	I	0,908	elevato
		dx	25	40		15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	I-II	0,852	elevato/buono
TR2	290	sx	25	40		15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	II	0,801	buono
		dx	25	40		15	15	20	1	25	20	20	25	15	15	15	20	271	II	0,779	buono

VIENE APPLICATA
LA FORMULA Sub3Sk

CODICE	L (m)	SP.	CAT 1 - REAL	CAT 1 - POT	Sub 3Sk
TR1	210	sx	55	55	1,00
		dx	55	55	1,00
TR2	290	sx	55	55	1,00
		dx	30	55	0,50

VIENE APPLICATA
LA FORMULA Sub3

SUBINDICE 3	VALORE
Sub3	0.86

CALCOLO IQH_IFF

I subindici delle *categorie* 1, 2 e 3 vengono combinati secondo la formula:

$$\text{IQH_IFF} = 0.5*\text{Sub1} + 0.3*\text{Sub2} + 0.2*\text{Sub3}$$

L'IQH_IFF nel caso considerato è:

IQH_IFF	$0.5*0,75 + 0.3*0,84 + 0.2*0,86 = 0,80$	BUONO
---------	---	-------

Edito dall' **ENEA**
Servizio Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma

www.enea.it

Stampa: Tecnografico ENEA - CR Frascati
Pervenuto il 22.8.2014

Finito di stampare nel mese di agosto 2014