

Proposta di un indice per la valutazione dello stato ecologico della fauna ittica del Fiume Po

Cesare Mario Puzzi^{1*}, Stefania Trasforini¹, Mauro Alessandro Bardazzi¹, Fernanda Moroni²

1 G.R.A.I.A. srl – Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque, Via Repubblica 1 – 21020 Varano Borghi (VA). Sito web: www.graia.eu

2 Autorità di bacino del fiume Po, Via Garibaldi 75 - 43100 Parma

** Referente per la corrispondenza: cesare.puzzi@graia.eu*

Pervenuto il 20.7.2009, accettato il 14.11.2009

Riassunto

Per la sua posizione geografica, la sua estensione, la complessità e la storia evolutiva, il Fiume Po riveste un enorme interesse nel campo della ricerca scientifica e del monitoraggio ambientale. La composizione specifica e la distribuzione dell'ittiofauna nativa esprimono pienamente tale complessità e vastità. Per contro, l'assenza di dati pregressi puntuali che consentano una ricostruzione precisa dello stato originale e dell'evoluzione storica della fauna ittica del fiume, ha reso necessaria la realizzazione di uno studio specificamente mirato alla conoscenza della sua ittiofauna sia attraverso una fase di ricerca bibliografica sia, soprattutto, attraverso un monitoraggio diretto sul campo che ha riguardato tutto il corso del fiume. Lo studio è stato condotto negli anni 2006-2008 per conto dell'Adb Po ed è culminato nella stesura della prima Carta Ittica del Fiume Po e nell'elaborazione di un indice per la valutazione dello stato ecologico della fauna ittica ai fini dell'applicazione della Direttiva 2000/60/CE (WFD). Tale indice doveva essere sufficientemente accurato da essere sensibile alle alterazioni significative dello stato dell'ittiofauna, in risposta alla variazione delle condizioni abiotiche e della qualità ambientale, ma anche sufficientemente semplice da poter essere applicato in un'attività di monitoraggio periodico. In base a tali considerazioni e sulla scorta delle esperienze internazionali e nazionali maturate fino ad oggi, si è giunti alla prima proposta di un Indice attualmente calibrato per il Fiume Po ma trasferibile ad altre realtà fluviali attraverso una fase propedeutica di taratura.

PAROLE CHIAVE: Fiume Po / ittiofauna / indice / pesci / stato ecologico / Direttiva 2000/60/CE

Proposal of an index for the evaluation of the ecological status of fish fauna in the Po River

Due to its geographical position, its size, complexity and evolutionary history, the Po River is of great interest in the field of scientific research and environmental monitoring. The specific composition and distribution of native fish fauna express the complexity and vastness of the river. Conversely, the absence of precise data that permit a precise reconstruction of the original state and of the historical evolution of the fish fauna of the river, made it necessary to conduct a specific study, not only through literature searching but also, and above all, through a direct monitoring which covered the whole course of the River. The study was conducted in the years 2006-2008 for Po River Authority and culminated in the drafting of the first "Carta Ittica" of the Po River and in developing an index for assessing the ecological status of fish fauna for the purposes of Directive 2000/60/EC (WFD). This index had to be sufficiently accurate to be sensitive to significant alterations the fish community in response to changes in abiotic conditions and environmental quality, but should also be sufficiently simple to be applied in a regular monitoring activity. Based on these considerations and on the basis of national and international experience, this work is a proposal for an index of assessment of ecological status of fish communities specific for the Po River, but transferable to other river reality through a preparatory phase of calibration.

KEY WORDS: Po River / fish fauna / index / fish / ecological status / Directive 2000/60/EC

INTRODUZIONE

Nel settembre del 2008 si è concluso il primo progetto di monitoraggio dell'ittiofauna del Fiume Po compiuto lungo l'intero corso del fiume, dalle sorgenti fino al delta. Oggetto del lavoro era la realizzazione di una serie di attività necessarie ad approfondire le conoscenze sulla fauna ittica del fiume ai fini non solo della redazione della Carta Ittica e dell'individuazione delle migliori strategie di gestione e tutela dell'ittiofauna e dell'ecosistema fluviale, ma anche dell'implementazione della Direttiva 2000/60/CE (WFD).

Attraverso la realizzazione di una campagna di monitoraggio, compiuta con oltre 90 campionamenti distribuiti lungo l'intera asta del Po e nei tratti terminali dei principali affluenti, ed anche attraverso la raccolta dei dati pregressi resi disponibili, è stato ricostruito un quadro quanto più esaustivo possibile dell'evoluzione recente della fauna ittica nel fiume e del suo stato attuale. Di fatto una tale ricostruzione si presentava come un lavoro estremamente impegnativo, sia per la carenza e la frammentarietà dei dati pregressi, sia per le caratteristiche naturali dell'ambiente di studio.

L'estensione e la complessità, insieme alla sua collocazione geografica, la geomorfologia, la connessione con una vasta e intricata rete idrica che annovera tra gli affluenti numerosi corsi d'acqua di grande importanza, la sua connessione diretta con il mare, rendono infatti il Fiume Po un ecosistema fluviale del tutto peculiare, in grado di accogliere, in condizioni di naturalità, la più grande biodiversità esprimibile in un corso d'acqua italiano e in grado di rappresentare, tranne poche eccezioni (di specie ad areale particolarmente ristretto), l'intero campionario delle specie ittiche dulcicole autoctone del Nord Italia.

La possibilità di studiare un ambiente tanto complesso e vasto che avrebbe reso disponibile una grande quantità di dati sperimentali sull'ambiente e sulla fauna ittica per i diversi tratti fluviali riscontrabili ha di fatto costituito un'occasione irrinunciabile per concepire ed elaborare un nuovo indice di valutazione dello stato ecologico della fauna ittica, in applicazione della WFD.

Tale indice è stato sviluppato partendo da considerazioni riguardanti diversi aspetti. Il primo concerne le condizioni di riferimento tipiche specifiche. La WFD richiede che siano individuate per la fauna ittica, come per gli altri elementi biologici, le condizioni di riferimento consistenti nelle condizioni tipiche specifiche per ciascuna tipologia di dettaglio e che esse possano essere stabilite ragionando in termini spaziali o storici, paleontologici oppure ricorrendo a perizie di esperti. Nel caso del Fiume Po, tali condizioni non sono definibili su base spaziale, perché non esistono (tranne forse per il tratto montano e quello pedemontano) realtà di altri corpi idrici dello stesso tipo-specifico non alterati

dal punto di vista della qualità ambientale. Per esso, dunque, le condizioni di riferimento tipiche specifiche devono essere definite su base storica e paleologica. Tali condizioni possono essere ricostruite con il supporto delle conoscenze sulla biogeografia e sull'autoecologia delle specie ittiche, oltre che sulla base di alcuni scritti del XIX secolo e dei primi del '900, i quali però mancano generalmente di sito-specificità e di riferimenti temporali precisi, non consentendo di ricostruire un quadro puntuale della fauna ittica nativa e della sua evoluzione storica, almeno fino ai tempi recenti. Inoltre, il ritorno alle condizioni originarie è vincolato alle modificazioni ambientali e faunistiche intercorse nel frattempo. Per tutti questi motivi, nella definizione della comunità ittica di riferimento deve assumere un ruolo determinante il giudizio esperto.

Un altro aspetto riguarda i metodi di valutazione dello stato ecologico dell'elemento fauna ittica ad oggi proposti in attuazione della Direttiva 2000/60/CE. Tra tutti i metodi e gli indici di valutazione dello stato della fauna ittica proposti ad oggi nel panorama sia internazionale sia nazionale non si individuano strumenti idonei alla classificazione della fauna ittica del Fiume Po, sia perché la gran parte dei metodi prevede che si raggiunga un'efficienza di campionamento improponibile per un grande fiume non guadabile quale è il Po, sia perché molti degli indici proposti sono stati sviluppati a partire da basi di dati che non contengono informazioni per i grandi fiumi, specie per quelli mediterranei.

Non si può inoltre sottovalutare, come già anticipato, il caso dei limiti di campionamento nel grande fiume non guadabile. L'esperienza di monitoraggio della fauna ittica nel Fiume Po compiuta nell'ambito del presente lavoro, ha consentito di mettere in luce e valutare in maniera approfondita le difficoltà insite in una qualsiasi azione di campionamento ittico sul grande fiume. Nella gran parte del Fiume Po non sono applicabili le procedure di campionamento previste per i corsi d'acqua guadabili, nei quali è possibile sondare l'intera sezione trasversale e tutta la colonna, oltre a definire un'area di campionamento precisa, precludendo le vie di fuga ai pesci. Centinaia di chilometri di fiume sono campionabili esclusivamente su piccole porzioni di sezione trasversale, per lo più in zone poco profonde presso le rive, oppure in buche profonde con correnti deboli, descrivendo transetti rappresentativi delle diverse tipologie ambientali presenti e comunque lasciando ampie possibilità di fuga ai pesci. Per questo motivo, il disegno di campionamento deve essere molto accurato e non bastano le linee guida generali per i campionamenti ittici fornite agli organi di governo nazionale per la sua definizione, ma occorre un vero e proprio Piano dettagliato di campionamento (reperibile all'indirizzo web <http://www.adbpo.it/download/CartaItticaPo2009/pdf/>

PianoMonitoraggioFaunaItticaFiumePo.pdf), che selezioni i tratti fluviali più rappresentativi delle diverse tipologie che possano fungere da stazioni di campionamento ittico e definisca in maniera puntuale le modalità e le tecniche di campionamento secondo transekti da adottarsi per ciascuna stazione, al fine di ricostruire un quadro quanto più esaustivo possibile dello stato della comunità ittica.

Ai limiti di campionamento dovuti alle dimensioni del corso d'acqua e alla sua complessità, si aggiungono inoltre i limiti di campionamento delle specie ittiche ad ecologia particolare. A causa dei limiti imposti al campionamento dalle condizioni sopra descritte e della diversa ecologia mostrata dalle specie ittiche presenti e, al loro interno, dalla diversa autoecologia e bioecologia dei singoli stadi vitali, nel Fiume Po i pesci non sono tutti reperibili in egual misura. Ciò accade nonostante la scelta strategica delle stazioni di campionamento e l'applicazione nella medesima stazione di diverse tecniche e modalità di censimento, ed anche nonostante un cospicuo sforzo di campionamento, che peraltro resta incompatibile con un'attività di monitoraggio di routine. In molti casi, per esempio, risulta estremamente difficoltoso, a meno di uno sforzo esagerato, riuscire ad individuare gli stadi giovanili di alcune specie, oppure gli stadi adulti, per via delle loro preferenze ambientali per habitat difficilmente raggiungibili con le tecniche di campionamento utilizzabili; oppure le specie migratrici o ad ampia vagilità sono presenti nei diversi tratti fluviali in dipendenza della stagionalità o di altri fattori; oppure ancora, alcune specie ittiche sono caratterizzate da una selettività ambientale talmente spinta da poter essere reperite solo in alcuni particolari ambienti, non frequenti lungo tutto il corso del fiume, anche all'interno del medesimo tronco omogeneo. Tutto ciò rende necessaria una semplificazione del concetto di "abbondanza e struttura" delle popolazioni, che implica evidentemente una forte componente di soggettività, a meno che essa non sia limitata al massimo dall'osservanza di un protocollo di campionamento quanto più possibile rigoroso, dettagliato e standardizzato, ma al tempo stesso anche calibrato in base alle finalità del monitoraggio stesso.

A fianco di tali considerazioni si impongono anche le esigenze di elasticità nella definizione delle condizioni di riferimento. Gli aspetti sin qui discussi fanno emergere la necessità che le condizioni di riferimento per la comunità ittica del Fiume Po siano definite in una forma tale da poter costituire un riferimento concreto, il cui confronto con lo stato attuale della comunità sia espressione della sensibilità dell'elemento fauna ittica alla qualità ambientale e sia minimamente sensibile ai limiti imposti al campionamento. Occorre cioè individuare una formula di espressione delle condizioni di

riferimento che sia in grado essa stessa di ovviare a tali limiti e che imponga la massima attenzione per le componenti specifiche più significative ai fini della valutazione dello stato ecologico della fauna ittica.

Le medesime osservazioni riguardanti i limiti di campionamento imposti dalle dimensioni del fiume e dalla biologia di alcune specie ittiche determinano l'esigenza che anche l'indice sviluppato tenga conto di tali aspetti, esprimendo la minore sensibilità possibile all'errore di campionamento e alla variabilità dell'ecosistema in condizioni naturali e della comunità ittica indisturbata e la maggiore sensibilità possibile alle alterazioni della qualità ambientale.

Un altro aspetto su cui si è concentrata l'attenzione nell'elaborazione del presente indice riguarda l'approccio in merito alla presenza delle specie esotiche. Le posizioni al riguardo sono contrastanti tra i diversi metodi di valutazione utilizzati e proposti a livello sia nazionale sia internazionale. Occorre prendere una posizione riguardo all'opportunità di considerare la presenza degli esotici attraverso attributi e/o metriche che ne facciano pesare negativamente l'incidenza, oppure di valutarne la presenza alla stregua delle loro caratteristiche bioecologiche, indipendentemente dal loro stato di specie non native, oppure ancora di escluderle da qualsiasi valutazione. La presenza delle specie esotiche determina alterazioni e danni anche estremamente pesanti per le popolazioni native. Tali danni, tuttavia, sono difficilmente quantificabili (a meno di uno sforzo di campionamento e di ricerca improponibile nella stragrande maggioranza dei casi), a causa del loro intrecciarsi e mescolarsi con il danno prodotto dalle pressioni strettamente ambientali (qualità dell'habitat acquatico, chimico-fisico o idro-morfologico). Ai fini dello sviluppo di un indice ittico in attuazione della WFD, considerare metriche che valutino la presenza delle specie esotiche, e lo facciano mettendone in rilievo l'aspetto negativo di minaccia per la comunità ittica nativa, comporta una serie di problematiche, quali: la valutazione degli effetti di minacce non pertinenti con la WFD; l'abbassamento del giudizio complessivo, e la necessità di compiere interventi non contemplati dalla WFD e peraltro con speranze pressoché nulle di successo. Peraltro, considerare le specie esotiche alla stregua delle native, tenendo conto unicamente delle caratteristiche autoecologiche che ne descrivono il rapporto con l'ambiente, significa sottovalutare l'importanza ed il peso di questi eventi sulle dinamiche demografiche della comunità e lo stato di equilibrio in cui ancora versa la gran parte delle comunità ittiche sottoposte a questo tipo di pressione, trattandosi di fenomeni nella gran parte ancora recenti, sottostimando l'alterazione delle relazioni interspecifiche tipica di uno stato di squilibrio e considerando la

presenza e la consistenza di una popolazione non nativa esclusivamente come espressione delle condizioni offerte dall'habitat fisico, cosa che non risponde affatto al reale manifestarsi dei fenomeni di invasione.

In base a quanto detto, l'approccio adottato nello sviluppo dell'indice per il Fiume Po è quello di non considerare la presenza delle specie esotiche di neo-introduzione (cioè introdotte in Italia a partire dall'inizio dell'Età Contemporanea, convenzionalmente fissato al 1815; BARBAGALLO, 2008) e assumere come native quelle introdotte in età precedenti, definibili come "tempi storici", e acclimatate: trota fario e carpa (considerate per questo "para-autoctone"). Secondo tale criterio rientrerebbero in questo gruppo anche specie come il carassio e il carassio dorato; in considerazione però dell'invasività tuttora mostrata da questi *taxa* all'interno delle comunità naturali, si ritiene più corretto ascriverle al gruppo delle specie esotiche. Per quanto concerne le condizioni di riferimento, inserire anche le specie "para-autoctone" ed escludere dalla lista quelle non acclimatate e dannose per la fauna ittica nativa, significa dare un valore potenziale alle condizioni di riferimento, che sono di tipo storico, ma "filtrato" dal giudizio esperto, prefigurando, piuttosto che il ripristino di condizioni originarie, lo stabilirsi di condizioni potenziali di massima naturalità raggiungibile. Per quanto concerne invece l'individuazione degli attributi di comunità da valutare per il monitoraggio, gli esotici sono esclusi dalle metriche, come già visto per altri indici. Così facendo, non si attribuisce un peso negativo alla presenza degli esotici, evitando di abbassare il giudizio di qualità dell'indicatore sulla base di considerazioni del tutto avulse dalla WFD; non si attribuisce un peso positivo alla presenza degli esotici, semplicemente in relazione alle loro caratteristiche autoecologiche, le quali non bastano da sole a spiegare lo stato attuale delle loro popolazioni naturalizzate; si favorisce la migliore espressione dello stato della comunità ittica in relazione alle condizioni ambientali di habitat fisico; non si preclude al fiume di raggiungere stati ecologici migliori nei prossimi anni, non essendo ragionevolmente possibile eliminare gran parte delle specie esotiche invasive oggi presenti nel Po.

MATERIALI E METODI

Nello sviluppo dell'indice proposto ha rivestito un ruolo fondamentale l'esperienza compiuta nel Fiume Po, nell'ambito del lavoro di "Monitoraggio dell'ittiofauna e Carta Ittica del Fiume Po", realizzato per conto dell'Adb Po negli anni 2007-2009. I dati e le informazioni raccolti con tale attività sono stati utilizzati nelle diverse fasi di elaborazione dell'indice, da quella di individuazione dei criteri e poi di enunciazione degli obiettivi a quella di definizione della metodica e dello

strumento concreto di valutazione, fino alla fase conclusiva di validazione. Per approfondimenti sul lavoro di monitoraggio realizzato e sulla Carta Ittica, si rimanda al sito ufficiale dell'Adb Po, dove possono essere consultate le versioni integrali dei principali documenti prodotti (www.adbpo.it).

Le diverse fasi di elaborazione dell'indice sono state dunque:

1. campionamento ittico e raccolta dei dati sulla fauna ittica del Po;
2. elaborazione dei dati;
3. lettura critica dei dati;
4. applicazione degli indici esistenti e valutazione critica dei risultati (FORNERIS *et al.*, 2006; ZERUNIAN, 2004b e 2006);
5. individuazione degli obiettivi dell'indice per il Po e delle peculiarità del fiume, che implicano l'elaborazione di un indice studiato *ad hoc*;
6. individuazione delle condizioni di riferimento;
7. elaborazione dell'indice;
8. validazione dell'indice attraverso la verifica della sua rispondenza con il giudizio esperto dato a priori da un gruppo di ittiologi sulla base dei risultati del monitoraggio, revisione dell'indice e validazione definitiva.

DISCUSSIONE

Gli obiettivi che l'indice persegue sono i seguenti:

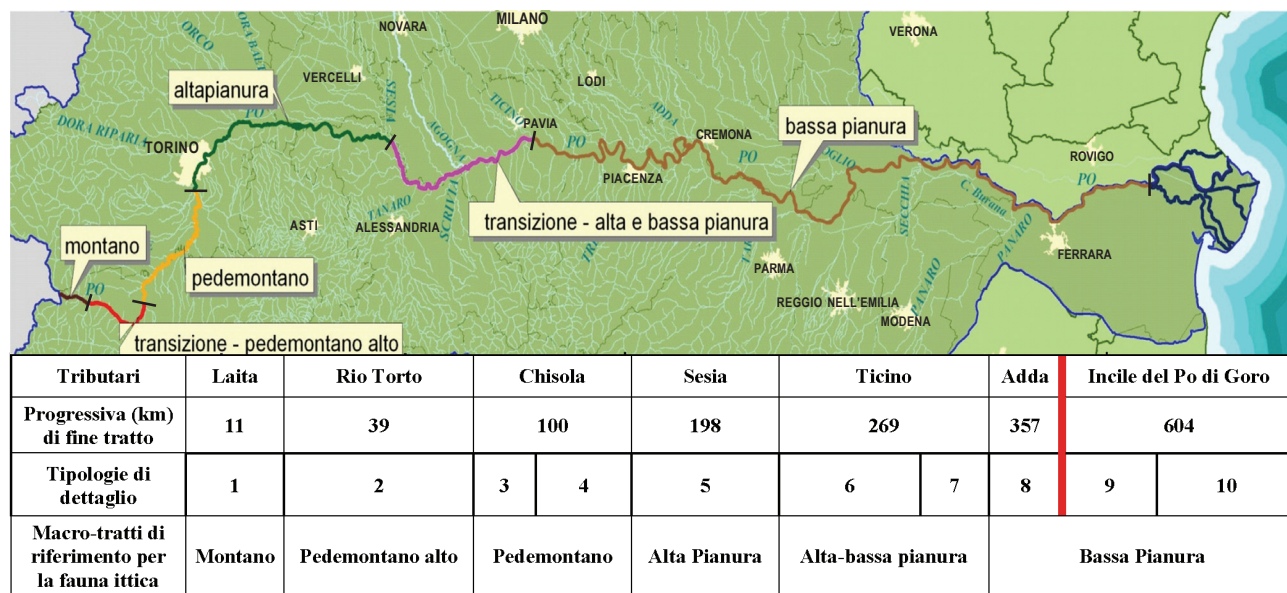
- aderire agli obiettivi della Direttiva 2000/60, e dunque valutare lo scostamento dello stato ecologico attuale della comunità ittica da quello di riferimento, quanto più possibile riferibile alla qualità chimico-fisica dell'acqua e idro-morfologica del fiume;
- descrivere lo stato della comunità ittica nella maniera più essenziale possibile, mantenendo al contempo la sensibilità necessaria per cogliere tutte le diverse situazioni significative rinvenibili, in funzione in primo luogo degli obiettivi;
- valorizzare la presenza delle specie "tipiche specifiche" (come definite dalla Direttiva);
- essere applicabile in un'attività routinaria di monitoraggio anche da parte di personale non necessariamente costituito da ittiologi esperti;
- ridurre il peso degli "errori o limiti" di campionamento unicamente legati alle difficoltà di operare in fiume, che sono innegabili nel Po;
- essere quanto più possibile trasferibile, almeno nei principi e nel metodo di valutazione, ad altre realtà fluviali.

Al fine di definire le condizioni di riferimento per la fauna ittica del Fiume Po, esso è stato in primo luogo suddiviso in tronchi omogenei per vocazione ittica potenziale e composizione specifica della comunità ittica potenziale, mutuando il lavoro di tipizzazione

compiuto dall'Università di Parma, impegnata nella definizione dell'assetto ecologico del Fiume Po, ai fini dell'attuazione della Direttiva 2000/60/CE, che ha individuato le "tipologie di dettaglio".

I tronchi fluviali omogenei individuati, detti "macro-tratti", sono i seguenti, ripercorrendo il fiume da monte verso valle (Fig. 1):

1. tratto montano, dalle sorgenti alla confluenza del Torrente Laità, con acque veloci, fredde, turbolente, portata contenuta, forte pendenza, substrato prevalente costituito da massi e ciottoli, in cui l'unica specie certamente nativa è lo scazzone;
2. tratto di transizione, "pedemontano alto", dalla confluenza del Laità alla confluenza del Rio Torto, in cui la pendenza diminuisce e con essa la turbolenza e la granulometria del substrato, consentendo la colonizzazione da parte di Ciprinidi reofili quali barbo canino, sanguinerola e vairone;
3. tratto pedemontano, dalla confluenza del Rio Torto alla confluenza del Chisola, con pendenza, velocità di corrente e turbolenza ulteriormente ridotte, acque fresche e ben ossigenate, substrato prevalente a ciottoli, buona portata, grazie all'apporto dei primi importanti affluenti come il Pellice, acque mediamente profonde, in cui sono native almeno 12 specie, per lo più reofile o euritopiche, tra cui barbo canino, sanguinerola, scazzone, temolo, trota marmorata e vairone, accompagnate da barbo comune, cavedano, cobite comune, ghiozzo padano e lampreda padana, ed anche un migratore: l'anguilla;
4. tratto di alta pianura, dalla confluenza del Chisola alla confluenza del Fiume Sesia, in cui la scarsa penden-
- za, la notevole portata, il riscaldamento generale dell'acqua, il substrato prevalente a ghiaia e ciottoli, il collegamento ad un sistema di ambienti laterali che comincia a farsi complesso e ad assumere un ruolo importante per lo stesso ecosistema fluviale, sono elementi chiave responsabili della composizione della comunità ittica, che si fa qui più numerosa, forte della diversità ambientale, componendosi di almeno 20 specie, tra cui alcune più strettamente reofile e sensibili, come la trota marmorata e il temolo, altre più limnofile, come l'alborella e la savetta, altre ancora molto selettive, come il cobite mascherato e lo scazzone, specie migratrici, come lo storione cobice e l'anguilla;
5. tratto di transizione tra alta e bassa pianura, dalla confluenza del Sesia alla confluenza del Ticino, in cui si riconosce un passaggio graduale all'ambiente della bassa pianura, e che favorisce la presenza di una comunità particolarmente ricca e diversificata a sua volta. In essa si conteggiano almeno 25 specie native, tra cui un gran numero di specie stenoece, come cobite mascherato, lampreda padana, panzarolo, spinarello, temolo e trota marmorata, che peraltro sono tutti endemismi o sub endemismi italiani, insieme ad altre specie anch'esse tipiche del tratto, come savetta, pigo e alborella;
6. tratto di bassa pianura, dalla confluenza del Ticino all'incile del delta, in cui le dimensioni raggiunte dal corso d'acqua, la morfologia, le acque profonde, più calde, lente, il percorso sinuoso costellato di lanche e rami abbandonati, la vicinanza e connessione con il mare hanno determinato lo stabilirsi di una comunità



Isola Serafini

Fig. 1. Suddivisione del Fiume Po in macro-tratti fluviali per la definizione della comunità ittica di riferimento.

ittica in cui dominano le specie eurialine e si fanno numerose le specie migratrici, obbligatorie e facoltative, tra cui gli storioni, la cheppia, la passera di mare e il cefalo.

A valle di questi tratti si estende il grande delta del Po –qui non trattato– un ambiente dalle straordinarie potenzialità e capacità ittogeniche connesse al suo collegamento con il mare e alle caratteristiche di ambiente di transizione che favoriscono lo stabilirsi di specie d'acqua dolce e marine ed anche di specie tipiche di ambienti d'acqua salmastra.

Con il supporto delle conoscenze di letteratura sulla zoogeografia delle specie ittiche, nonché di fonti che risalgono fino al XIX secolo, oltre che delle Carte Ittiche provinciali e regionali e di altri lavori recentemente condotti sul Po, è stato ricostruito il quadro completo delle specie native del fiume, elencate in Tab. I, con dettagli riguardanti la loro condizione zoogeografica e la sensibilità e/o selettività ambientale (princi-

pali fonti bibliografiche utilizzate: PAVESI, 1896; GANDOLFI *et al.*, 1991; REGIONE PIEMONTE, 1991; FORNERIS e PEROSINO, 1992; CRIVELLI e MAITLAND, 1995; PASCALE, 1995; LELEK A., 1996; KOTTELAT, 1997; GRIMALDI *et al.*, 1999; TURIN *et al.*, 1999; ZERUNIAN e DE RUOSI, 2002; ZERUNIAN, 2002, 2003, 2004a; Carte Ittiche Provinciali).

Oltre a queste specie ve ne sono alcune la cui autoctonia e presenza storica nel Po deve essere ancora adeguatamente avallata, come è il caso della bottatrice nel tratto medio-basso del fiume.

Per i diversi macro-tratti fluviali è stata dunque individuata una comunità ittica di riferimento variamente composta (Fig. 2).

A questo punto si è ragionato sulla necessità di conferire un adeguato carattere di “elasticità” sia alle condizioni di riferimento sia al metodo di valutazione che sarebbe stato elaborato: si riscontrava in effetti negli indici di valutazione esistenti (ZERUNIAN, 2007)

Tab. I. Specie ittiche dulcicole native del Fiume Po.

Nome comune	Nome scientifico	Ordine	Tolleranza	Origine
alborella	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Endemico in Italia
anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	ANGUILLIFORMES	tollerante	Autoctono
barbo canino	<i>Barbus meridionalis caninus</i>	CYPRINIFORMES	intollerante	Endemico in Italia
barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Sub-endemico in Italia
cagnetta	<i>Salaria fluviatilis</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Autoctono
cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i>	CYPRINIFORMES	tollerante	Autoctono
cefalo calamita	<i>Liza ramada</i>	MUGILIFORMES	tollerante	Autoctono
cheppia o alosa	<i>Alosa fallax</i>	CLUPEIFORMES	sensibile	Sub-endemico in Italia
cobite comune	<i>Cobitis taenia bilineata</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Endemico in Italia
cobite mascherato	<i>Sabanejewia larvata</i>	CYPRINIFORMES	intollerante	Endemico in Italia
ghiozzo padano	<i>Padogobius martensii</i>	PERCIFORMES	tollerante	Endemico in Italia
gobione	<i>Gobio gobio</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Autoctono
lampreda di mare	<i>Petromyzon marinus</i>	PETROMYZONTIFORMES	tollerante	Autoctono
lampreda padana	<i>Lethenteron zanandreae</i>	PETROMYZONTIFORMES	intollerante	Endemico in Italia
lasca	<i>Chondrostoma genei</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Endemico in Italia
luccio	<i>Esox lucius</i>	ESOCIFORMES	sensibile	Autoctono
panzarolo	<i>Knipowitschia punctatissima</i>	PERCIFORMES	intollerante	Endemico in Italia
passera di mare	<i>Platichthys flesus italicus</i>	PLEURONECTIFORMES	sensibile	Sub-endemico
pesce persico	<i>Perca fluviatilis</i>	PERCIFORMES	sensibile	Autoctono
pigo	<i>Rutilus pigus</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Sub-endemico in Italia
sanguinerola	<i>Phoxinus phoxinus</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Autoctono
savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Endemico in Italia
scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	CYPRINIFORMES	tollerante	Autoctono
scazzone	<i>Cottus gobio</i>	SCORPAENIFORMES	intollerante	Autoctono
spinarello	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	GASTEROSTEIFORMES	intollerante	Autoctono
storione cobice	<i>Acipenser naccarii</i>	ACIPENSERIFORMES	sensibile	Sub-endemico in Italia
storione comune	<i>Acipenser sturio</i>	ACIPENSERIFORMES	sensibile	Autoctono
storione ladano	<i>Huso huso</i>	ACIPENSERIFORMES	sensibile	Autoctono
temolo	<i>Thymallus thymallus</i>	SALMONIFORMES	intollerante	Autoctono
tinca	<i>Tinca tinca</i>	CYPRINIFORMES	tollerante	Autoctono
triotto	<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	CYPRINIFORMES	sensibile	Endemico in Italia
trota marmorata	<i>Salmo (trutta) marmoratus</i>	SALMONIFORMES	intollerante	Sub-endemico in Italia
vairone	<i>Leuciscus souffia muticellus</i>	CYPRINIFORMES	tollerante	Endemico in Italia

una staticità e rigidità che spesso si rivelavano causa di un eccessivo appiattimento delle diverse situazioni riscontrabili in natura al medesimo risultato di applicazione dell'indice. Un'utile via percorribile al fine di evitare un tale appiattimento, è stata individuata appunto nella definizione della comunità ittica di riferimento come di un'entità composta da diversi elementi, e cioè (Fig. 3):

- l'insieme delle specie *ordinarie*;
- l'insieme delle specie *straordinarie* (o addizionali);
- l'insieme intersezione tra i primi due, composto dalle specie *sensibili* e, più in generale, definite *E.S.A.* cioè ad elevata selettività ambientale (le quali di fatto appartengono, dunque, ad uno dei due insiemi precedenti).

SPECIE ORDINARIE: specie che, per loro caratteristiche ecologiche e distribuzione, devono essere rinvenute nel macrotratto fluviale in esame in condizioni normali o quasi, cioè in assenza di consistenti alterazioni antropiche a carico dell'habitat e/o della comunità biotica. Rientrano nel gruppo delle specie ordinarie:

- le specie stenoece per le quali il macrotratto costituisce l'unica o l'ottimale tipologia fluviale colonizzabile. Tra queste sono comprese anche le specie la cui condizione generale di rarità le rende difficilmente campionabili (esse sono considerate specie "facoltative" e sono aggiunte tra parentesi all'elenco delle ordinarie solo qualora ne venga rilevata la presenza);
- le specie euriecie per le quali il macrotratto costitui-

sce la tipologia fluviale ottimale;

- le specie migratrici (la loro presenza è di tipo stagionale e sono considerate specie "facoltative" aggiunte tra parentesi all'elenco delle ordinarie solo qualora ne venga rilevata la presenza);
- altre specie per le quali il macrotratto costituisce l'unica o l'ottimale tipologia fluviale colonizzabile, ma che, per la scarsa catturabilità, sono considerate specie "facoltative" e aggiunte tra parentesi all'elenco delle ordinarie solo qualora ne venga rilevata la presenza.

SPECIE STRAORDINARIE (o ADDIZIONALI): specie che non rientrano in alcun sottogruppo delle specie ordinarie, ma possono essere rinvenute nel macrotratto fluviale grazie alla loro discreta o ampia valenza ecologica (*specie euriecie*), oppure grazie alla eccezionale disponibilità naturale di habitat idonei alla coloniz-

Comunità ittica di riferimento

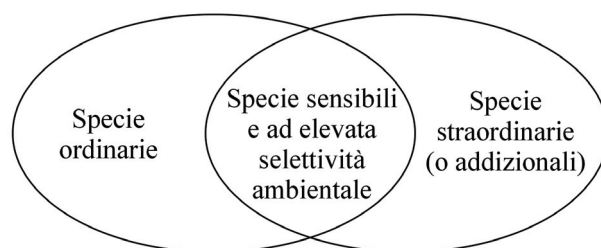


Fig. 3. Struttura tipo della comunità ittica di riferimento.

tratto montano	tratto pedemontano alto	tratto pedemontano	tratto di alta pianura	tratto di transizione da alta a bassa pianura	tratto di bassa pianura
trota fario scazzone					
	Barbo canino Vairone Sanguinerola				
VOCAZIONE A SALMONIDI		Temolo Trota marmorata Anguilla Lampreda padana Barbo comune Cavedano Cobite comune Ghiozzo padano			
			Alborella Gobione Lasca Cobite mascherato Storione cobice Cagnetta Pigo Savetta		
		VOCAZIONE MISTA A SALMONIDI/CIPRINIDI REOFILI			
				Panzarolo Spinarello Carpa Luccio Pesce persico Scardola Tinca Triotto	
				VOCAZIONE A CIPRINIDI	Cefalo calamita Lampreda di mare Cheppia

Fig. 2. Specie ittiche tipiche specifiche componenti la comunità di riferimento nei diversi macro-tratti fluviali del Po.

Tab. II. Elenco delle specie ittiche appartenenti alla comunità di riferimento nei diversi macro-tratti, suddivise nei due sotto-insiemi delle specie ordinarie e straordinarie e riportate nuovamente nel sotto-insieme intersezione delle specie E.S.A., qualora afferenti anche a questo gruppo. Le parentesi indicano casi eccezionali di specie difficilmente campionabili (in riferimento alla loro autoecologia e/o al loro stato di conservazione e distribuzione attuale e/o all'efficacia ipotizzabile per le tecniche di campionamento ittico adottabili), il cui mancato reperimento non deve costituire elemento detrattore, ma la cui presenza deve invece pesare positivamente ai fini della valutazione dello stato attuale della fauna

Macrotratto fluviale	Comunità ittica di riferimento		
	Specie ordinarie	Specie straordinarie	Specie sensibili e ad E.S.A.
TRATTO MONTANO	Trota fario Scazzone		Scazzone
TRATTO DI TRANSIZIONE	Barbo canino	Sanguinerola	Barbo canino
PEDEMONTANO ALTO	Scazzone Trota fario (Trota marmorata)	Vairone (Lasca) (Barbo comune) (Cavedano)	Scazzone
TRATTO PEDEMONTANO	Barbo canino Sanguinerola Scazzone Temolo Trota marmorata Vairone (Cobite mascherato)	Anguilla Barbo comune Cavedano Cobite comune Ghiozzo padano Lampreda padana (Pigo) (Savetta) (Lasca)	Barbo canino Cobite mascherato Lampreda padana Scazzone Temolo Trota marmorata
TRATTO DI ALTA PIANURA	Anguilla Barbo comune Cavedano Cobite comune Ghiozzo padano Gobione Lampreda padana Lasca Sanguinerola Temolo Trota marmorata Vairone (Cobite mascherato) (Storione cobice)	Alborella Barbo canino Cagnetta Pigo Savetta Scazzone Carpa	Cobite mascherato Lampreda padana Scazzone Temolo Trota marmorata
TRATTO DI TRANSIZIONE TRA ALTA E BASSA PIANURA	Alborella Anguilla Barbo comune Cavedano Cobite comune Ghiozzo padano Gobione Lampreda padana Lasca Sanguinerola Trota marmorata Vairone (Cagnetta) (Cobite mascherato) (Panzarolo) (Pigo) (Savetta) (Spinarello) (Storione cobice)	Carpa Luccio Pesce persico Scardola Temolo Tinca Triotto	Cobite mascherato Lampreda padana Panzarolo Spinarello Temolo Trota marmorata

TRATTO DI BASSA PIANURA	Anguilla	Cagnetta	Spinarello
	Alborella	Lasca	
	Carpa	Pigo	
	Barbo comune	Sanguinerola	
	Cavedano	Savetta	
	Cobite comune		
	Ghiozzo padano		
	Gobione		
	Luccio		
	Pesce persico		
	Scardola		
	Tinca		
	Triotto		
	(Cefalo calamita)		
	(Cheppia)		
	(Lampreda di mare)		
	(Spinarello)		
	(Storione cobice)		

zazione (*specie stenoecie*). Rientrano in questo gruppo anche le specie euriecie per le quali il tratto costituisce la tipologia fluviale ottimale ma che sono difficilmente campionabili in un'attività routinaria di monitoraggio.

SPECIE AD ELEVATA SELETTIVITÀ AMBIENTALE (E.S.A.): specie che più facilmente di altre vanno incontro a rarefazione o estinzione locale in seguito alle alterazioni ambientali rappresentate da varie tipologie di modifica degli habitat (cementificazione dell'alveo, canalizzazione, prelievi di ghiaia, ecc.).

Per ciascun macro-tratto fluviale la comunità ittica di riferimento risulta variamente composta, come riportato in Tab. II.

L'elasticità di condizioni di riferimento così definite deriva dunque sostanzialmente dal fatto che la comunità ittica di riferimento non si identifica esclusivamente come mero elenco di specie ittiche, ma come entità qualificabile sulla base di un numero maggiore di attributi:

- la composizione dell'insieme delle specie ordinarie, la composizione dell'insieme delle specie straordinarie e quella dell'insieme delle specie E.S.A., ad ognuno dei quali potrà così essere conferita un'importanza differente nella valutazione dello stato attuale della comunità ittica;
- la presenza di specie fondatamente definibili come casi eccezionali (racchiuse tra parentesi) in quanto difficilmente campionabili (per i motivi più disparati), il cui mancato reperimento non deve costituire elemento detrattore (se non rinvenute sperimentalmente nella comunità ittica al momento del monitoraggio, esse dovranno cioè sparire anche dall'elenco delle specie appartenenti alla comunità di riferimento, che dunque non ne risulterà depauperata) ma la cui presenza deve invece pesare positivamente ai fini della valutazione dello stato attuale della fauna ittica

(esse saranno cioè da considerarsi presenti ed andranno conteggiate sia nella comunità realmente riscontrata con il monitoraggio sia nella comunità di riferimento, qualora verrà rilevata sul campo la loro presenza attuale all'interno del tratto di riferimento).

Definite le condizioni di riferimento, si è poi passati all'elaborazione dell'indice.

L'indice proposto può definirsi gerarchico, in quanto ciascun ingresso in tabella prevede più opzioni di risposta ed il passaggio successivo è vincolato dalla risposta data al passaggio precedente.

In pratica, gli attributi che devono essere valutati per l'applicazione dell'indice si suddividono in:

- attributi di “composizione della comunità”, che definiscono l'ingresso orizzontale in tabella. Essi sono:
 - numero di specie ordinarie riscontrate, il cui elenco è confrontato con quello della comunità di riferimento, tenendo conto delle specie native o para-autoctone e della presenza di specie migratrici facoltative o obbligate e/o di specie sporadiche (es. spinarello), le quali devono essere considerate solo se presenti e non costituiscono elemento penalizzante;
 - presenza o assenza di specie attese ad elevata selettività ambientale;
 - numero totale di specie riferibili alla comunità ittica di riferimento riscontrate;
- attributi di “stato delle popolazioni”, rappresentati da:
 - consistenza e stabilità (= equilibrio) delle popolazioni di specie ordinarie, definite sulla base della consistenza numerica rilevata e della struttura di popolazione;
 - consistenza di tutte le popolazioni di specie autoctone riscontrate, riferibili alla comunità di riferimento.

La valutazione dello stato della fauna ittica si basa sull'utilizzo di una tabella a doppia entrata di facile interpretazione, in quanto consente di giungere direttamente ad un valore dell'indice (Tab. III).

Per il tratto montano, in cui la comunità ittica di riferimento è composta da due sole specie –trota fario e scazzone (specie sensibile)– entrambe “ordinarie”, si utilizza una tabella semplificata (Tab. IV).

Un'altra tabella consente di tradurre, infine, il punteggio riscontrato in un giudizio ed in una classe di qualità dello stato ecologico della comunità ittica nel tratto indagato (Tab.V).

Uno dei parametri evidentemente rilevati sul campo ma non esplicitati nell'indice è quello della presenza e dell'abbondanza delle specie esotiche. Si noti che tale aspetto non è preso direttamente in considerazione per l'applicazione dell'indice: questo fatto non deve però essere interpretato come l'espressione della volontà di non attribuire ad esso il giusto peso, ritenendolo influente, poco interessante o non pertinente il caso specifico. In realtà la presenza degli esotici è semplicemente valutata in maniera diversa rispetto all'approccio adottato per gli indici elaborati fino ad oggi in ambito nazionale (ZERUNIAN, 2007; FORNERIS *et al.*, 2006).

Invece di quantificare numericamente la presenza di specie esotiche invasive (dato che comunque deve essere rilevato sul campo e registrato ai fini gestionali), attribuendo a ciascuna un valore numerico assoluto come espressione della propria invasività, si è preferito utilizzare un differente approccio: la presenza degli esotici è di fatto presa in considerazione approfondendo il dettaglio sulle caratteristiche della comunità ittica nativa e delle sue popolazioni. Tali caratteristiche –l'alterazione della struttura di comunità e di popolazione delle specie native, il depauperamento della comunità nativa, la perdita di specie native, la perdita di specie selettive– di fatto rappresentano la manifestazione concreta del reale impatto che la presenza delle specie esotiche, insieme con altri eventuali fattori di minaccia, ha prodotto sulla comunità ittica nativa.

Questo approccio costituisce un elemento chiave dell'indice proposto che, a nostro parere, non deve essere giudicato come una lacuna, bensì come un valore aggiunto all'indice. Mentre, infatti, attribuendo un valore preciso all'invasività delle specie esotiche si giunge, con gli altri indici, a “quantificarne” in maniera assolutamente teorica l'impatto e ad utilizzare questa informazione come dato di ingresso per la valutazione complessiva dello stato della comunità ittica, secondo l'approccio proposto in questa sede l'impatto delle specie esotiche non è valutato a priori ma è considerato, alla stregua di qualsiasi altra minaccia ambientale sulla comunità nativa, come un fenomeno che non

agisce da solo, indipendentemente dalle condizioni ambientali attuali e pregresse, ma che interagisce con una moltitudine di forze e dinamiche di diversa natura secondo una rete talmente complessa di rapporti e relazioni che diviene di fatto impossibile riuscire a quantificare il danno arrecato da ciascuna minaccia.

CONCLUSIONI

Si propone un indice di valutazione dello stato ecologico della fauna ittica elaborato per il Fiume Po, ma facilmente trasferibile anche alle altre realtà fluviali italiane.

Focalizzando l'attenzione sulla rispondenza della composizione della comunità attuale alle condizioni di riferimento e conferendo particolare importanza alla presenza di specie selettive, alla struttura di comunità e alla struttura di popolazione, tale indice risponde in pieno ai requisiti enunciati per l'elemento fauna ittica, all'interno della Direttiva 2000/60/CE e si propone dunque come strumento di valutazione di tale elemento in applicazione della Direttiva.

Queste stesse caratteristiche rendono l'indice elaborato un utile strumento di valutazione dello stato della comunità ittica anche in un'ottica più strettamente gestionale, mirata alla conservazione dei pesci come patrimonio faunistico di biodiversità e per la pesca. Ciò nonostante, esso non può considerarsi esaustivo: come, infatti, un qualsiasi indice dotato delle qualità fondamentali di sintesi e semplicità, che lo rendono utile

Presenza delle specie ordinarie	Presenza delle specie sensibili	Stato delle popolazioni	Punteggio
tutte	tutte	tutte equilibrate	69
		almeno una equilibrata	60
		nessuna equilibrata	45
una sola	una	equilibrata	55
		non equilibrata	40
	nessuna	equilibrata	51
		non equilibrata	38
nessuna		-	0

Tab. IV. Tabella semplificata di determinazione dell'Indice di valutazione dello stato ecologico della fauna ittica del Fiume Po, nel suo tratto montano.

Punteggio	Classe	Giudizio sintetico
69 - 61	I	Elevato
60-51	II	Buono
50-39	III	Sufficiente
38-29	IV	Scadente
28-0	V	Pessimo

Tab. V. Tabella di classificazione dello stato ecologico della fauna ittica.

Tab. III. Tabella di determinazione dell'Indice di valutazione dello stato ecologico della comunità ittica del Fiume Po.

			STATO DELLE POPOLAZIONI															
			Condizioni di equilibrio delle popolazioni di SPECIE ORDINARIE	tutte equilibrate			almeno il 50% equilibrate			tra 50% e 25% equilibrate			meno del 25% equilibrate			nessuna equilibrata		
			Consistenza delle popolazioni della COMUNITÀ ITTICA DI RIFERIMENTO	almeno il 50% né rare né occasionali			almeno il 50% né rare né occasionali			almeno il 50% né rare né occasionali			almeno il 50% né rare né occasionali			almeno il 50% né rare né occasionali		
				tra il 25 ed il 50% né rare o né occasionali	meno del 25% né rare né occasionali		tra il 25 ed il 50% né rare o né occasionali	meno del 25% né rare né occasionali		tra il 25 ed il 50% né rare o né occasionali	meno del 25% né rare né occasionali		tra il 25 ed il 50% né rare o né occasionali	meno del 25% né rare né occasionali		tra il 25 ed il 50% né rare o né occasionali	meno del 25% né rare né occasionali	
COMPOSIZIONE DELLA COMUNITÀ	Presenza di SPECIE ORDINARIE	Presenza di SPECIE SENSIBILI E AD E.S.A.	Presenza di Specie della COMUNITÀ ITTICA DI RIFERIMENTO															
	tutte	tutte	tutte	69	65	61	68	64	60	65	61	57	63	59	55	60	56	52
			almeno il 75%	68	64	60	67	63	59	64	60	56	62	58	54	59	55	51
			tra il 75% ed il 50% compreso	66	62	58	65	61	57	62	58	54	60	56	52	57	53	49
			tra il 50% ed il 25% compreso	64	60	56	63	59	55	60	56	52	58	54	50	55	51	47
			meno del 25%	61	57	53	60	56	52	57	53	49	55	51	47	52	48	44
	almeno il 50% delle attese	almeno una	tutte	59	55	51	58	54	50	55	51	47	53	49	45	50	46	42
			almeno il 75%	58	54	50	57	53	49	54	50	46	52	48	44	49	45	41
			tra il 75% ed il 50% compreso	56	52	48	55	51	47	52	48	44	50	46	42	47	43	39
			tra il 50% ed il 25% compreso	54	50	46	53	49	45	50	46	42	48	44	40	45	41	37
			meno del 25%	51	47	43	50	46	42	47	43	39	45	41	37	42	38	34
		nessuna	tutte	54	50	46	53	49	45	50	46	42	48	44	40	45	41	37
			almeno il 75%	53	49	45	52	48	44	49	45	41	47	43	39	44	40	36
			tra il 75% ed il 50% compreso	51	47	43	50	46	42	47	43	39	45	41	37	42	38	34
			tra il 50% ed il 25% compreso	49	45	41	48	44	40	45	41	37	43	39	35	40	36	32
			meno del 25%	46	42	38	45	41	37	42	38	34	40	36	32	37	33	29
	tra il 25% ed il 50% delle attese	almeno una	tutte	49	45	41	45	41	37	45	41	37	45	41	37	40	36	32
			almeno il 75%	48	44	40	44	40	36	44	40	36	44	40	36	39	35	31
			tra il 75% ed il 50% compreso	46	42	38	42	38	34	42	38	34	42	38	34	37	33	29
			tra il 50% ed il 25% compreso	44	40	36	40	36	32	40	36	32	40	36	32	35	31	27
			meno del 25%	41	37	33	37	33	29	37	33	29	37	33	29	32	28	24
		nessuna	tutte	44	40	36	40	36	32	40	36	32	40	36	32	35	31	27
			almeno il 75%	43	39	35	39	35	31	39	35	31	39	35	31	34	30	26
			tra il 75% ed il 50% compreso	41	37	33	37	33	29	37	33	29	37	33	29	32	28	24
			tra il 50% ed il 25% compreso	39	35	31	35	31	27	35	31	27	35	31	27	30	26	22
			meno del 25%	36	32	28	32	28	24	32	28	24	32	28	24	27	23	19
	meno del 25% delle attese	almeno una	tutte	39	35	31	35	31	27	35	31	27	35	31	27	30	26	22
			almeno il 75%	38	34	30	34	30	26	34	30	26	34	30	26	29	25	21
			tra il 75% ed il 50% compreso	36	32	28	32	28	24	32	28	24	32	28	24	27	23	19
			tra il 50% ed il 25% compreso	34	30	26	30	26	22	30	26	22	30	26	22	25	21	17
			meno del 25%	31	27	23	27	23	19	27	23	19	27	23	19	22	18	14
		nessuna	tutte	34	30	26	30	26	22	30	26	22	30	26	22	25	21	17
			almeno il 75%	33	29	25	29	25	21	29	25	21	29	25	21	24	20	16
			tra il 75% ed il 50% compreso	31	27	23	27	23	19	27	23	19	27	23	19	22	18	14
			tra il 50% ed il 25% compreso	29	25	21	25	21	17	25	21	17	25	21	17	20	16	12
			meno del 25%	26	22	18	22	18	14	22	18	14	22	18	14	17	13	9
	nessuna	-	tutte	16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8
		-	almeno il 75%	15	11	7	15	11	7	15	11	7	15	11	7	15	11	7
		-	tra il 75% ed il 50% compreso	13	9	5	13	9	5	13	9	5	13	9	5	13	9	5
		-	tra il 50% ed il 25% compreso	11	7	3	11	7	3	11	7	3	11	7	3	11	7	3
		-	meno del 25%	8	4	0	8	4	0	8	4	0	8	4	0	8	4	0

come indicatore di stato, esso non può considerarsi al tempo stesso anche dotato di sufficiente precisione, in particolare non può ritenersi abbastanza accurato da essere riconosciuto come interprete unico delle condizioni attuali della risorsa ittica ai fini gestionali. Per tali scopi, infatti, assumono un'importanza rilevante tutte le informazioni di dettaglio riguardanti la fauna ittica e l'ambiente che non sono evidentemente estrapolabili dal valore dell'indice, ma che devono essere direttamente rilevate sul campo in occasione delle campagne di monitoraggio e che sono poi utilizzate per l'applicazione dell'indice stesso.

Per quanto riguarda l'applicazione dell'indice in attività routinarie di monitoraggio sul Fiume Po, per il suo impiego si potrà procedere come segue:

- esecuzione delle campagne di monitoraggio, attraverso l'applicazione del protocollo di monitoraggio ministeriale (pubblicato sul sito ufficiale dell'IRSA, <http://www.apat.gov.it>), che fornisce le linee guida per la realizzazione dei campionamenti ittici, supportato dal piano dettagliato di monitoraggio prodotto anch'esso *ad hoc* per il Fiume Po, in cui sono state individuate le stazioni di monitoraggio, gli ambienti e le tecniche di campionamento da adottarsi in ciascuna stazione (www.adbpo.it);

- analisi dei campioni di fauna ittica raccolti e rilevazione dei parametri necessari per la determinazione dell'indice;
- confronto della composizione specifica della comunità ittica osservata con quella attesa (comunità di riferimento);
- determinazione dell'indice e classificazione attraverso l'utilizzo delle tabelle predisposte.

Riguardo alla possibilità di applicazione dell'indice in altre realtà fluviali, si sottolinea l'importanza di realizzare una fase propedeutica (compiuta una sola volta, eventualmente suscettibile di modifiche successive) di studio per la selezione delle stazioni di campionamento e delle tecniche e modalità di campionamento applicabili in ciascuna stazione, per la definizione della comunità di riferimento e per l'eventuale ricalibrazione della tabella di determinazione del valore dell'indice.

Ringraziamenti

Il più vivo ringraziamento degli Autori va a Sergio Zerunian, per il suo fondamentale contributo nella definizione delle varie categorie di ittiofauna riportate nell'articolo, e nello scambio dialettico di opinioni sui temi trattati dall'articolo, che hanno permesso importanti approfondimenti concettuali.

BIBLIOGRAFIA

- BARBAGALLO F., 2008. *Storia contemporanea. Dal 1815 a oggi*. Editore Carocci, 313 pp.
- CRIVELLI A.J., MAITLAND P.S. (eds.), 1995. Endemic Freshwater Fishes of the Northern Mediterranean Region. *Biol. Conserv.*, **72**: 121-337.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE, M., PEROSINO G.C., 2006. *Indice Ittico*. C.R.E.S.T. (To).
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1992. Indici fisici di produttività e zonazione ittica in Piemonte. *Riv. Piem. St. Nat.*, **13**: 47-71. Carmagnola (TO).
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO E., 1991. *I Pesci delle acque interne Italiane*. Ist. Poligr. e Zecca dello Stato, Roma, XVI + 617 pp.
- GRIMALDI E., PUZZI C., TRASFORINI S., GENTILI G., MONICELLI F., ROMANÒ A., SARTORELLI M., CATELLI C., BOSI R., BARENGHI B., 1999. *Ricerca sulla fauna ittica del Fiume Ticino*. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.
- KOTTELAT M., 1997. *European freshwater fishes*. *Biologia* **52**, Suppl. 5:1-271.
- LELEK A., 1996. General consideration regarding the decline of species. In: *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe* (Kirchhofer A., Hefti D. eds.), Birkhäuser Verlag, Basel / Switzerland: 1-7.
- PASCALE M., 1995. L'attuale distribuzione dei Salmonidi autoctoni nella Provincia di Torino. *Biologia Ambientale*, **5**: 23-27.
- PAVESI, P. 1896. *La distribuzione dei pesci in Lombardia*. Ed. Società Lombarda per la pesca e l'acquicoltura: 40 pp.
- REGIONE PIEMONTE, 1991. *Carta Ittica relativa al Territorio della Regione Piemontese*. Assessorato Caccia e Pesca. Torino.
- TURIN P., MAIO G., ZANETTI M., BILÒ M.F., ROSSI V., SALVIATI S., 1999. *Carta ittica delle acque dolci interne*. Prov. di Rovigo, 326 pp.
- ZERUNIAN S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole, Bologna, X + 220 pp.
- ZERUNIAN S., 2003. Piano d'azione generale per la conservazione dei Pesci d'acqua dolce italiani. *Quad. Cons. Natura*, **17**, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica, 123 pp.
- ZERUNIAN S., 2004a. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica, 258 pp + CD-Rom.
- ZERUNIAN S., 2004b. Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, **18** (2): 25-30.
- ZERUNIAN S., 2007. Aggiornamento dell'ISECI. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 43-47.
- ZERUNIAN S., DE RUOSI T., 2002. *Iconografia dei Pesci delle acque interne d'Italia / Iconography of Italian Inland Water Fishes*. Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica, 263 pp. + 33 tavv.