

# Revisione ed aggiornamento della metodologia dell'Indice Ittico (I.I.)

**Gilberto Forneris<sup>1</sup>, Fabrizio Merati<sup>2</sup>, Massimo Pascale<sup>3</sup>, Gian Carlo Perosino<sup>3\*</sup>**

*1 Dip. di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino. Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (To).*

*2 Studio Idrobiologico Lombardo. Via Einstein, 24 - 20083 Gaggiano (Mi).*

*3 C.R.E.S.T., Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio. Via Caprera, 15 - 10136 Torino.*

\* *Referente per la corrispondenza: g.c.perosino@crestsnc.it*

*Pervenuto il 21.1.2011, accettato il 4.3.2011*

## Riassunto

Con il presente contributo viene aggiornata la metodologia dell'I.I. con modifiche sull'attribuzione del valore intrinseco delle specie ittiche e sulla costituzione delle comunità di riferimento in funzione delle diverse aree zoogeografiche e tipologie fluviali. Si propongono due versioni del metodo, caratterizzate da sistemi diversi di calcolo: naturalistico (I.I.n) ed ambientale (I.I.a). Viene inoltre presentato un sistema di valutazione della condizione biologica delle specie ittiche basato sulla consistenza demografica e sulla struttura di popolazione, utile ai fini dell'applicazione sia dell'I.I., sia di altri metodi di valutazione di stato delle comunità.

Questa nuova versione dell'I.I. è già stata oggetto di sperimentazione e nel presente lavoro si riportano alcuni esempi tra quelli più significativi. Vengono infine espresse alcune considerazioni riguardanti la necessità di prestare molta attenzione nel compilare gli elenchi delle specie delle comunità di riferimento e a tale proposito si ritengono fondamentali le valutazioni territoriali specifiche, evitando di utilizzare esclusivamente le indicazioni di carattere troppo generale

PAROLE CHIAVE: Indice Ittico / sperimentazione / comunità ittiche

## A revised and up-to-date Ichthyological Index (I.I.)

An up-to date version of a biotic index based on fish communities, the Ichthyological Index (I.I.), is here proposed. The score assigned to the fish species was revised, as well as the reference communities, defined with respect to different zoogeographic areas and river zonation. Two versions of the method are proposed, with different calculation methods, one Naturalistic (I.I.n), and the other Environmental (I.I.a). The assessment of the biologic health is now based on the size and structure of the fish community, which can be used also for other fish based biotic indexes

The present revised version of the I.I. has been tested; few examples of an application of the method are here reported. The need of a special care in the definition of the reference communities is stressed; local environmental data must be assessed together with those taken from general practice.

KEY WORDS: Ichthyological Index / field investigation / fish communities

## INTRODUZIONE

Con la Direttiva 2000/60/CE si è sviluppato in Italia un vasto dibattito sui metodi di valutazione degli Elementi di Qualità Biologica (EQB) che concorrono alla determinazione dello stato ecologico dei fiumi: macroinvertebrati, diatomee, macrofite e pesci. La ricerca su questo tema ha ricevuto un ulteriore impulso con il D. Lgs. 152/2006 in recepimento della succitata Direttiva. Per quanto riguarda i "pesci", in Italia sono state

formulate varie proposte sui metodi di valutazione di stato delle comunità ittiche.

ZERUNIAN (2004a) propose l'Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI), basato sulla valutazione delle condizioni di naturalità della comunità e delle condizioni delle popolazioni che la compongono. Nel 2007 lo stesso Autore pubblicò un aggiornamento del metodo che, per sue caratteristi-

che, fornisce valutazioni di carattere prevalentemente naturalistico (ZERUNIAN, 2007a). Infine ZERUNIAN *et al.* (2009) hanno proposto una nuova versione dell'ISECI, modificandolo e integrandolo al fine di adeguarne l'applicazione alla classificazione e al monitoraggio dei fiumi italiani previsti dalla Direttiva 2000/60/CE.

Altra importante sperimentazione riguarda la valutazione dello stato delle comunità ittiche basata sui metodi dell'intelligenza artificiale - FIDES (SCARDI *et al.*, 2004, 2005, 2006; TANCIONI *et al.*, 2005, 2006; AUTORI VARI, 2006; SCARDI e TANCIONI, 2007; SCARDI *et al.*, in prep.). È un metodo con il quale si tenta di stabilire lo stato ecologico di una comunità ittica come "...espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici..." Esso è stato sperimentato nel bacino del Tevere (SCARDI e TANCIONI, 2007) ed è stato oggetto di uno studio di comparazione con altri sistemi nel bacino del Serchio (FORNERIS *et al.*, 2008); attualmente è limitato, come applicabilità, ai bacini del versante tirrenico.

FORNERIS *et al.* (2005a-b, 2006a) proposero l'Indice Ittico (I.I.) che consente una valutazione dello stato della comunità ittica basata sul confronto tra quella di riferimento e quella campionata, in funzione delle tipologie ambientali e del distretto zoogeografico di pertinenza e considerando la presenza di specie aliene come grave forma di alterazione. Tale metodo, essenzialmente naturalistico, fu aggiornato dagli stessi Autori nel 2007 ed ulteriormente soggetto ad ampia sperimentazione (per es. FORNERIS *et al.*, 2006b, 2008, 2010).

Merita citare la "proposta di un indice per la valutazione dello stato ecologico della fauna ittica del Fiume Po" (PUZZI *et al.*, 2009) derivante dall'esperienza acquisita nell'ambito della Carta Ittica del Fiume Po (AUTORI VARI, 2009). Tale metodo è stato calibrato per il più grande fiume italiano, seppure "...trasferibile ad altre realtà fluviali attraverso una fase propedeutica di taratura". Non risultano, dalla letteratura disponibile, lavori inerenti la sperimentazione su altri corsi d'acqua. Tuttavia si ritiene importante il contributo dei succitati Autori, soprattutto per le considerazioni inerenti le difficoltà operative dei campionamenti sui corsi d'acqua non guadabili e l'approccio in merito alla presenza di specie esotiche.

Nel 2009 è stato effettuato il monitoraggio dell'ittiofauna della Regione Piemonte su una vasta rete costituita da 428 stazioni di campionamento, per ciascuna delle quali sono stati rilevati dati sulle condizioni delle popolazioni ittiche che hanno permesso l'applicazione dell'ISECI (versione ZERUNIAN *et al.*, 2009) e dell'I.I. (versione FORNERIS *et al.*, 2007). Tale lavoro (FORNERIS *et al.*, 2010) ha permesso di individuare, soprattutto per quanto concerne l'Indice

Ittico, alcune criticità metodologiche, tra l'altro già emerse in occasione di precedenti sperimentazioni. Esse riguardano, in particolare, il cosiddetto valore intrinseco (V) attribuito ad ogni specie ed importante nel condizionare il punteggio complessivo dell'I.I. Con il presente lavoro si intende fornire un aggiustamento della metodologia relativa all'I.I. e proporre ulteriori considerazioni generali inerenti i sistemi di valutazione di stato delle comunità ittiche.

## AREE ZOO-GEOGRAFICHE OMOGENEE E TIPOLOGIE FLUVIALI

FORNERIS *et al.* (2005a,b, 2006a e 2007) dividono il territorio italiano centro-settentrionale in distretti (BIANCO, 1987, 1996), aree e sub-aree omogenee sulla base di criteri fisiogeografici e zoogeografici. Si rimanda ai riferimenti bibliografici succitati per la descrizione di tali aree e delle ragioni che hanno portato alla loro individuazione. Nel seguito ci si limita a proporre la loro identificazione.

**Dpv (Distretto padano-veneto).** Tributari dell'alto e medio Adriatico. In Italia dal Po fino all'Isonzo (compresi Adige, Brenta, Piave, Tagliamento,...); dal Reno al Vomano (compresi Savio, Marecchia, Metauro, Esino, Musone, Potenza, Tronto,...). Porzione occidentale della Slovenia e penisola istriana per l'alto Adriatico e in Croazia verso Sud fino al Krka sul medio Adriatico.

**Z1 (area di pertinenza alpina).** Fiume Po dalle origini alla confluenza con il Panaro (delta escluso), tributari di sinistra, tributari di destra dalle origini alla confluenza con il Ricchiardo (escluso). Fiume Tanaro a monte della confluenza con il Ridone (escluso) presso Alba (Cn), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Intero reticolo idrografico del triveneto.

**Z1.1 (sub-area di pertinenza alpina occidentale sul versante padano).** Fiume Po dalle origini alla confluenza con lo Scrivia, tributari di destra dalle origini a monte della confluenza con il Ricchiardo (escluso). Fiume Tanaro a monte della confluenza con il Ridone (escluso), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso).

**Z1.2 (sub-area di pertinenza alpina centrale sul versante padano).** Fiume Po dalla confluenza con lo Scrivia a quella con il Panaro e tutti i bacini tributari di sinistra, in territorio lombardo.

**Z1.3 (sub-area di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico).** Bacini ad oriente del Mincio (Garda), fino all'Isonzo (compreso);

tributari dell'alto Adriatico (a Nord del delta del Po).

**Z2 (area di pertinenza appennica).** Tributari di destra del Po a valle della confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino a quella con il Panaro (incluso). Tanaro a valle della confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Dal Reno (tributario dell'Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra (Idice, Sillaro, Santerno, Senio,...) verso Sud fino al Vomano (compreso) nelle Marche.

**Z2.1 (area di pertinenza appenninica sul versante padano).** Tributari di destra del Po a valle della confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino a quella con il Panaro (incluso). Tanaro a valle della confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del Rea (escluso). Bacino del Reno (tributario dell'alto Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra (Idice, Sillaro, Santerno, Senio,...).

**Z2.2 (area di pertinenza appenninica sul versante adriatico).** Tributari del medio Adriatico, a Sud del Reno, dal Lamone (compreso) al Vomano (compreso).

**Dtl/Z3 (Distretto tosco-laziale/Area di pertinenza appenninica sul versante tirrenico).** Tributari dell'alto e medio Tirreno, dal Magra al Tevere [si nutrono però dubbi circa l'appartenenza a questo distretto del bacino del Magra nel levante ligure (BIANCO, 1987)].

Per l'applicazione dell'I.I. gli Autori succitati inoltre hanno proposto una classificazione dei tipi fluviali (o tipologie ambientali "Tp") in quattro categorie:

- tipologia Alpina (A) per la sola area di pertinenza alpina (Z1);
- tipologia Salmonicola (S) per entrambi i distretti Dpv e Dtl;
- tipologia Mista (M) per entrambi i distretti Dpv e Dtl;
- tipologia Ciprinicola (C) per entrambi i distretti Dpv e Dtl.

Tali tipologie sono state descritte considerando diversi parametri ambientali fisiogeografici e l'ittiofauna caratteristica di ciascuna di esse (vedi riferimenti bibliografici citati). Ciò che è importante sottolineare, a seguito degli esiti dell'applicazione sperimentale dell'I.I. in diversi contesti territoriali (es. FORNERIS *et al.*, 2006b, 2008 e 2010), è la seguente considerazione: nelle tipologie ambientali Alpina (A) in Z1 e Salmonicola (S) in Z2 e in generale nei torrenti delle testate dei bacini appenninici, nella maggior parte dei casi, la comunità ittica di riferimento non

esiste (assenza di pesci in condizioni naturali). Pertanto non è possibile per essi l'applicazione di indici di valutazione di stato basati sull'ittiofauna. La specie più frequente è *Salmo [trutta] fario* (trota fario), spesso formante comunità monospecifiche, risultato di immissioni ai fini alieutici. La consistenza e la struttura delle popolazioni di fario in tali ambienti inoltre è condizionata dai prelievi alieutici e da modalità dei ripopolamenti che "mascherano" gli effetti di eventuali fattori di alterazione degli ambienti acquatici. Infine la presenza della trota fario (specie esotica) in un corso d'acqua è da considerare una forma di alterazione. La tipologia Mista "M", nell'area Z1, rappresenta i tratti dei corsi d'acqua caratterizzati dalla presenza sia delle specie tipiche della zona superiore "S" (soprattutto trota marmorata, temolo, scazzone), sia di quelle della tipologia Ciprinicola "C" (soprattutto ciprinidi reofili). In mancanza della tipologia Salmonicola "S" a monte, come accade nell'area Z2 ed anche in alcuni bacini della Z1, il termine "mista" è quindi improprio; in tali situazioni si ritiene più corretto utilizzare l'espressione "Ciprinicola superiore" (Cs). In sintesi l'I.I. andrebbe applicato ai seguenti ambienti:

- tipologia Salmonicola (S) per l'area di pertinenza alpina (Z1) e per il distretto Dtl (Z3);
- tipologia Mista (M) per l'area di pertinenza alpina (Z1) e per il distretto Dtl (Z3);
- tipologia Ciprinicola superiore (Cs) per entrambi i distretti Dpv (Z1 e Z2) e Dtl (Z3);
- tipologia Ciprinicola inferiore (Ci) per entrambi i distretti Dpv (Z1 e Z2) e Dtl (Z3).

In altri termini si escludono la tipologia Alpina (A) in Z1 e quella Salmonicola (S) in Z2; quest'ultima è confermata per la Z3 (distretto tosco-laziale), in quanto i torrenti del versante appenninico tirrenico sono compresi nell'areale di distribuzione naturale dell'insieme dei ceppi mediterranei della trota fario, qui considerati come *Salmo [trutta] macrostigma*. Si ritiene comunque di escludere i reticoli idrografici delle testate dei bacini in Z3, perché privi anch'essi di ittiofauna in condizioni naturali. La tipologia Mista (M) viene esclusa in alcuni limitati bacini della Z1 (sostituita dalla Ciprinicola superiore "Cs"), dov'è assente la Zona Salmonicola, ed in tutti quelli della Z2, dove la Zona Salmonicola è sempre assente. Questa impostazione, che prevede la non applicabilità di un qualunque metodo di valutazione di stato delle comunità ittiche nei tratti superiori dei corsi d'acqua montani, spesso popolati soltanto da salmonidi (oggetto di immissioni nella maggior parte dei casi), oltre che dagli Autori del presente articolo nelle precedenti pubblicazioni relative all'I.I., era già stata proposta da BADINO *et al.* (1992).

## VALORE INTRINSECO DELLE SPECIE ITTICHE E COMUNITÀ DI RIFERIMENTO

FORNERIS *et al.* (2007) hanno attribuito a ciascuna specie ittica un "valore intrinseco" (V) dato dal prodotto di due fattori: "AD" (*areale di distribuzione naturale della specie*, tanto più elevato quanto meno esteso è l'areale; tabella I) ed "ST" (*stato della specie*) entrambi espressi con valori da 1 a 3. Il loro prodotto porta, per le specie autoctone (AU) ad un risultato  $V = 1 \div 9$ . Per esempio per il cavedano vale  $V = 1 \cdot 1 = 1$ , in quanto ampiamente distribuito in tutta Europa ed ancora in buono stato in quasi tutto il suo areale. Per il cobite mascherato vale  $V = 3 \cdot 3 = 9$ , in quanto endemico per una porzione del bacino del Po ed ormai diventato molto raro, forse prossimo all'estinzione. Per le specie alloctone (AL) vale sempre  $V = -1$ .

FORNERIS *et al.* (2010) hanno proposto di "... rivedere il valore intrinseco delle specie autoctone (V), riformulandolo a prescindere dallo stato (ST) delle specie e considerando unicamente le dimensioni degli areali di distribuzione (AD); il fattore ST andrebbe periodicamente aggiornato, in quanto variabile nel tempo, con conseguente aggiornamento del valore intrinseco; ciò limita, o addirittura annulla, la possibilità di confronti tra campionamenti negli stessi ambienti, ma effettuati in tempi diversi". Quindi, assumendo  $V = AD$  per le specie autoctone (AU) nei loro areali naturali di distribuzione, risultano i valori in tabella II.

FORNERIS *et al.* (2007) inoltre hanno proposto gli elenchi delle specie autoctone (AU) per le diverse aree zoogeografiche omogenee (Z) e tipologie fluviali (Tp) e mettendo in evidenza le specie AUr (sottoinsieme delle specie AU) ritenute importanti per la definizione delle comunità di riferimento. Gli Autori avevano considerato tutte le tipologie fluviali per entrambi i Distretti ma, per quanto sopra espresso, si ritiene di proporre quelle per le quali le attività di sperimentazione dell'I.I. hanno portato ad esiti positivi (Tab. III).

## CONSISTENZA E STRUTTURA DELLE POPOLAZIONI

L'applicazione dell'indice ittico comporta, per ogni specie campionata, l'attribuzione di un punteggio "P" che si ottiene dal prodotto del valore intrinseco "V" per l'indice di rappresentatività "Ir" ( $P = V \times Ir$ ). L'indice "Ir" è valutato sulla base della condizione biologica della

popolazione, a sua volta descritta dall'indice di abbondanza (Ia), definito da un numero indicativo della consistenza numerica e da una lettera indicativa della struttura della popolazione stessa. I criteri generali di attribuzione dell'Ia sono illustrati in tabella IV. Il valore numerico dell'indice di abbondanza  $Ia = 1$  (specie sporadica), 2 (presente) e 3 (abbondante) si ottiene mediante la valutazione del numero di individui catturati nel tratto fluviale soggetto a campionamento (Tab. V). Per quanto attiene le indicazioni sulle caratteristiche e dimensioni del tratto fluviale oggetto di campionamento si fa riferimento a FORNERIS *et al.* (2005a,b, 2006a e 2007).

L'indice di rappresentatività "Ir" si ricava dalla combinazione tra i valori numerici (1, 2, 3, 4; tabelle IV e V) e i giudizi sulla struttura di popolazione (a, b, c; tabella IV) secondo l'articolazione illustrata in tabella VI, utilizzabile anche per la determinazione dell'indicatore relativo alla "condizione biologica delle popolazioni" ( $f_2$ ) inerente l'applicazione dell'ISECI nell'ultima versione di ZERUNIAN *et al.* (2009) e definita dalla somma pesata degli indicatori riguardanti:

- $f_{2,i,1}$  - "struttura di popolazione in classi di età" (peso pari a 0,6), descritta con i valori  $v_{2,i,1} = 1,0$  (ben strutturata),  $v_{2,i,1} = 0,5$  (mediamente strutturata),  $v_{2,i,1} = 0,0$  (destrutturata);
- $f_{2,i,2}$  - "consistenza demografica" (peso pari a 0,4), descritta con i valori  $v_{2,i,2} = 1,0$  (pari a quella attesa),  $v_{2,i,2} = 0,5$  (intermedia) e  $v_{2,i,2} = 0,0$  (scarsa).

Tenuto conto della relazione proposta per la determinazione di  $f_2 = [(0,6 \times f_{2,i,1}) + (0,4 \times f_{2,i,2})]$ , i criteri di valutazione dei due indicatori potrebbero essere riferiti a quelli sopra descritti per il calcolo dell'indice di abbondanza Ia secondo quanto proposto in tabella VII. In sintesi le corrispondenze risultanti sono riportate nella tabella VIII.

## CALCOLO DEL VALORE DELL'I.I.

Con il presente contributo si intendono proporre due modalità di calcolo che si riferiscono a:

- **I.I.n** - **Indice Ittico naturalistico**, con caratteristiche analoghe a quelle della versione precedente; con esso si intende fornire una qualificazione naturalistica di una comunità ittica; utile per fini gestionali legati al recupero e alla tutela della fauna autoctona.
- **I.I.a** - **Indice Ittico ambientale**; considerando unicamente le specie della comunità di riferimento e le

**Tab. I.** Valori del fattore di distribuzione naturale delle specie ittiche secondo FORNERIS *et al.* (2007).

**AD = 1** Ampia distribuzione in tutta o gran parte dell'Europa.

**AD = 2** Porzione ristretta dell'Europa e/o fascia mediterranea e/o tutta o buona parte della penisola italiana.

**AD = 3** Fascia mediterranea e/o tutta o buona parte della penisola italiana, ma con popolazioni frammentate ed incerte e/o tributari dell'alto Adriatico (bacino del Po in epoche glaciali).

condizioni biologiche delle rispettive popolazioni, esso è il semplice confronto tra l'insieme di quelle risultate dal campionamento e quello costituente la comunità di riferimento stessa; utile per la qualificazione dello stato ecologico dei fiumi.

### Indice Ittico naturalistico (I.I.n)

Indicando con  $P_1 (V_1 \times Ir_1)$ ,  $P_2 (V_2 \times Ir_2)$ ,  $P_3 (V_3 \times Ir_3)$ , ...  $P_n (V_n \times Ir_n)$  i punteggi assegnati per ciascuna delle "n" specie campionate, il valore dell'Indice si ottiene dalla somma  $I.I.n = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)$ . Esso viene

**Tab. II.** Lista delle specie ittiche autoctone (AU) dei distretti padano-veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl). Valore intrinseco delle specie in funzione dell'estensione dell'areale originario di distribuzione ( $V=AD$ ). Sistematica secondo GANDOLFI *et al.* (1991) e ZERUNIAN (2002, 2004b).

Ordine	Famiglia	Genere specie sottospecie	Nome volgare	V=AD	
Acipenseriformes	Acipenseridae	<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	3	
		<i>Acipenser sturio</i>	Storione comune	1	
		<i>Huso huso</i>	Storione ladano	2	
Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	1	
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	Agone/cheppia/alosa	2	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	Alborella	3	
		<i>Barbus meridionalis caninus</i>	Barbo canino	3	
		<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	2	
		<i>Chondrostoma genei</i>	Lasca	3	
		<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	3	
		<i>Gobio gobio</i>	Gobione	1	
		<i>Leuciscus cephalus</i>	Cavedano	1	
		<i>Leuciscus souffia muticellus</i>	Vairone	2	
		<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	1	
		<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	Triotto	3	
		<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	3	
		<i>Rutilus rubilio</i>	Rovella	3	
		<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Scardola	1	
		<i>Tinca tinca</i>	Tinca	1	
		Cobitidae	<i>Cobitis taenia bilineata</i>	Cobite	2
<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobite mascherato		3		
Balitoridae	<i>Barbatula barbatula</i>	Cobite barbatello	1		
Gadiformes	Gadidae	<i>Lota lota</i>	Bottatrice	1	
Gasterosteiformes	Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Spinarello	2	
Perciformes	Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i>	Cagnetta	2	
		<i>Gobius nigricans</i>	Ghiozzo di ruscello	3	
	Gobiidae	<i>Knipowitschia punctatissima</i>	Panzarolo	3	
		<i>Padogobius martensii</i>	Ghiozzo padano	3	
		<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale	1	
	Percidae	<i>Esox lucius</i>	Luccio	1	
	Esocidae	<i>Salmo carpio</i>		Carpione del Garda	3
				Carpione del Fibreno	3
			<i>Salmo [trutta] macrostigma</i>	Trota macrostigma	2
			<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	Trota marmorata	3
Salmonidae	<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	1		
Thymallidae					
Scorpaeniformes	Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	Scazzone	1	

In attesa di approfondimenti, si ritiene (ZERUNIAN, 2002, 2004b) di non considerare specie valide il *Barbus tyberinus* (barbo tiberino) ed il *Leuciscus lucumonis* (cavedano etrusco). Si nutrono dubbi sull'autoctonia del pigo, bottatrice e persico reale (BIANCO, 1987, 1996). L'unico salmonide sicuramente endemico nel Dpv è la trota marmorata, mentre risultano forti dubbi (PICCININI *et al.*, 2004; BETTI, 2006) per *Salvelinus alpinus* (salmerino alpino). L'unico salmonide endemico nel Dtl è la trota macrostigma. *Salmo [trutta] fario* (trota fario) è specie esotica per l'Italia (FORNERIS *et al.*, 2005a-b, 2006a; PASCALE, 1999; NONNI MARZANO *et al.*, 2003).

confrontato con quello (AU<sub>rt</sub>) che si otterrebbe nel caso della presenza, con Ir = 1, di tutte le specie AU<sub>r</sub>, indicate con asterisco in tabella III (la somma dei valori intrinseci "V" delle stesse). Si ottiene quindi la classe di qualità della comunità ittica riscontrata con il

campionamento secondo lo schema riportato in tabella IX. Tale indice è condizionato dalla presenza/assenza delle specie autoctone, dalla presenza di quelle alloctone quale elemento negativo e dallo stato delle rispettive popolazioni.

**Tab. III.** Elenco delle specie ittiche con indicazione dei valori intrinseci (V), positivi per quelle entro gli areali di distribuzione originari (AU); V = -1 per quelle estranee (AL); V = 0 per quelle (A0) ai margini (accidentali) o di presenza incerta. Valori espressi in funzione delle aree e sub-aree (Z) e delle zone (S, M, Cs e Ci). Sono evidenziate (\*) le specie (AU<sub>r</sub> - sottoinsieme delle specie AU) utili ai fini dell'individuazione delle comunità di riferimento.

	Z1.1				Z1.2				Z1.3				Z2.1		Z2.2		Z3			
	S	M	Cs	Ci	S	M	Cs	Ci	S	M	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	S	M	Cs	Ci
Storione cobice	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	3	0	3	-1	-1	-1	-1
Storione comune	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	3	1	0	1	0	1	0	0	0	1
Storione ladano	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2	-1	-1	-1	-1
Anguilla	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
Agone/cheppia/alosa	0	0	0	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2
Alborella	0	3	3	3*	0	3	3	3*	0	3	3	3*	3*	3*	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Barbo canino	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3	3*	3	0	0	0	0	0	0
Barbo	2	2*	2*	2*	2	2*	2*	2*	2	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	0	2*	2*	2*
Lasca	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	-1	-1	-1	-1
Savetta	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	0	3*	3*	3*	0	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Gobione	0	1*	1*	1*	0	1*	1*	1*	0	1*	1*	1*	1*	1*	1	1	-1	-1	-1	-1
Cavedano	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	0	1*	1*	1*
Vairone	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*
Sanguinerola	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Triotto	0	3	3	3*	0	3	3	3*	0	3	3	3*	3	3*	0	0	-1	-1	-1	-1
Pigo	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	0	0	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Rovella	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	3*	3*	3*
Scardola	0	1	1	1*	0	1	1	1*	0	1	1	1*	1	1*	1	1*	0	1	1	1*
Tinca	0	1	1	1*	0	1	1	1*	0	1	1	1*	1	1*	1	1*	0	1	1	1*
Cobite	0	2*	2*	2*	0	2*	2*	2*	0	2*	2*	2*	2*	2*	2	2	0	2	2	2
Cobite mascherato	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Cobite barbatello	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bottatrice	-1	-1	-1	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Spinarello	-1	-1	-1	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2
Cagnetta	-1	-1	-1	-1	0	2	2	2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	2	2	2
Ghiozzo di ruscello	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3	3*	3*	3*
Panzarolo	-1	-1	-1	-1	3	3*	3*	3	3	3	3	3	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Ghiozzo padano	0	3*	3*	3*	0	3*	3*	3*	0	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	-1	-1	-1	-1
Persico reale	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Luccio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Trota macrostigma	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2*	2*	2	2
Trota marmorata	3*	3*	3	3	3*	3*	3	3	3*	3*	3*	3	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Salmerino alpino	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Temolo	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1*	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Scazzone	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1*	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AU <sub>t</sub> - tot. sp. AU	12	22	22	25	14	25	25	30	14	27	27	28	15	24	11	16	4	12	12	15
AU <sub>rt</sub> - tot. sp. AU <sub>r</sub> <sup>(*)</sup>	5	14	11	13	5	15	12	13	5	14	12	12	10	12	6	8	3	7	6	8

Per il Carpine del Garda V = 3 nei tratti terminali degli immissari ed in quello iniziale dell'emissario del lago del Garda.

Per il Carpine del Fibreno V = 3 nei tratti terminali degli immissari ed in quello iniziale dell'emissario del lago di Posta Fibreno.

**Indice Ittico ambientale (I.I.a)**

Indicando con  $Ir_1, Ir_2, Ir_3, \dots, Ir_N$ , gli indici di rappresentatività (determinati secondo le indicazioni in tabella VI) delle "N" specie AU<sub>r</sub> rinvenute con il cam-

pionamento ed effettuandone la somma, si ottiene un valore (Nt) che può essere confrontato con quello AU<sub>r</sub>t indicato in tabella III per le tipologie ambientali (Tp) nelle diverse sub-aree omogenee (Z). Il rapporto

**Tab. IV. Indici di abbondanza** delle popolazioni delle specie ittiche (Ia).

<b>0</b>	<b>Assente.</b> In assenza di una determinata specie, quando le condizioni ambientali presupporrebbero diversamente, occorrono verifiche a monte ed a valle, controllare la letteratura e procedere ad interviste presso i pescatori locali.
<b>1</b>	<b>Sporadica.</b> Pochissimi individui, anche un solo esemplare; consistenza demografica spesso poco significativa ai fini delle valutazioni sulla struttura di popolazione; rischi circa la capacità di automantenimento della specie.
<b>2</b>	<b>Presente.</b> Pochi individui, ma in numero probabilmente sufficiente per l'automantenimento.
<b>3</b>	<b>Abbondante.</b> Molti individui, senza risultare dominante.
<b>4</b>	<b>Molto abbondante.</b> Cattura di molti individui, spesso dominanti.
<b>a</b>	<b>a<sup>1</sup></b> Presenti almeno il 30 % di giovani (in fase pre-riproduttiva) o il 20 % di adulti (sessualmente maturi) rispetto al numero totale degli individui della popolazione.
	<b>a<sup>2</sup></b> Presenti individui giovani in netta prevalenza; gli adulti sono numericamente rappresentati per meno del 20 % della popolazione.
<b>b</b>	<b>b<sup>1</sup></b> Presenti individui adulti in netta prevalenza; i giovani sono numericamente rappresentati per meno del 30 % della popolazione.
	<b>b<sup>2</sup></b> Presenti esclusivamente individui giovani.
<b>c</b>	Presenti esclusivamente individui adulti.

**Tab. V.** Numero minimo di individui (N) affinché una specie possa considerarsi almeno presente (Ia = 2). Numero minimo di individui (2N) affinché una specie possa considerarsi abbondante (Ia = 3). Sono anche indicati i corrispondenti valori dell'indice Im di MOYLE-NICHOLS (1973). In **neretto** sono le specie autoctone (AU) per i distretti padano-veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl) considerati nel loro insieme. In *corsivo* sono le *specie alloctone* (AL).

Specie	Ia = 2		Ia = 3	
	N	Im	2N	Im
<b>Barbo, lasca, cavedano, alborella, rovela, vairone, ghiozzo padano, alborella meridionale<sup>1</sup>.</b>	≥30	3	≥60	≥4
<b>Barbo canino, scardola, sanguinerola, triotto, gobione, savetta e ghiozzo di ruscello.</b>	≥25	3	≥50	≥4
<b>Agone/cheppia/alosa, temolo, panzarolo, cobite, lavarello, bondella, gambusia, pseudorasbora.</b>	≥20	2	≥40	≥3
<b>Pigo, tinca, cobite barbatello, persico reale, trote (marmorata e suoi ibridi, macrostigma, del Garda, del Fibreno, iridea e fario), salmerini alpino e di fonte), persico sole, persico trota, Ictalurus spp.<sup>2</sup>, cagnetta, scazzone, carpa, carpa erbivora, Carassius spp.<sup>3</sup>, aspigo, gardon, rodeo amaro, abramide, barbo d'oltralpe.</b>	≥15	2	≥30	≥3
<b>Cobite mascherato, spinarello, acerina e misgurno.</b>	≥8	2	≥15	≥2
<b>Anguilla, storioni (comune, cobice e ladano), bottatrice, luccio, siluro e lucioperca.</b>	≥5	1	≥8	≥2

1: Specie alloctona nei distretti padano-veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl).

2: Comprende *Ictalurus melas* (pesce gatto), *Ictalurus punctatus* (pesce gatto punteggiato) e *Ictalurus nebulosus* (pesce gatto nebuloso).

3: Comprende *Carassius carassius* (carassio) e *Carassius auratus* (pesce rosso).

N	Im
1 ÷ 2	1
3 ÷ 10	2
11 ÷ 20	3
21 ÷ 50	4
> 50	5

Indice di abbondanza (Im) di MOYLE-NICHOLS (1973). Esso viene valutato con una scala (1 ÷ 5) in funzione del numero (N) individui osservati e rapportati ad un tratto fluviale di 50 m.

I.I.a = Nt/AUrt, compreso tra 0 e 1, esprime la condizione della comunità campionata rispetto a quella di riferimento e fornisce una indicazione di stato della comunità campionata quale, “anche” espressione delle condizioni ambientali dell’ecosistema fluviale. Le classi di qualità sono riportate nella tabella X.

Tale indice non tiene conto del valore intrinseco delle specie e neppure, diversamente da quanto proposto con l’ultima versione dell’ISECI, della distinzione di quelle di maggiore importanza ecologico-funzionale o di quelle maggiormente sensibili alle alterazioni ambientali; per tali aspetti assume caratteri abbastanza simili a quelli ipotizzati da BIANCO (1990) nella sua “*proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell’ittiofauna autoctona delle acque dolci*”. ZERUNIAN *et al.* (2009), per esempio, propongono, quali specie di maggiore importanza, quelle indigene appartenenti a Salmonidi, Esocidi, Percidi ed il temolo ed inoltre attribuiscono maggior peso alle specie endemiche. Con l’I.I.a invece tutte le specie attese nella comunità di riferimento assumono identico valore. Questa scelta è stata determinata dalla rinuncia a classificare le specie in funzione di criteri relativi all’importanza ecologico-funzionale e/o al livello di sensibilità rispetto alle alterazioni ambientali.

È un tema molto complesso, intorno al quale stiamo lavorando da oltre un decennio, ma senza arrivare a

risultati “convincenti”. Siamo propensi a considerare tutte le specie autoctone, comprese quelle endemiche, di uguale importanza, perché ciascuna esercita un ruolo ben definito (e spesso non ancora del tutto conosciuto) negli ambienti acquatici e perché “tutti” i livelli trofici concorrono al mantenimento degli equilibri degli ecosistemi.

L’I.I.a non attribuisce maggiore significato alle specie endemiche, in quanto si tratta, a nostro parere, di

**Tab. VI.** Determinazione del valore dell’Indice di rappresentatività (Ir) in funzione del livello di struttura della popolazione (a ÷ c; tab. IV) e della consistenza demografica (1 ÷ 3; tabb. IV e V). Per Ia = 4, si assegna Ir = 1,0 indipendentemente dalla struttura. Le specie per le quali N < 15 in tab. V si assegna comunque il valore Ir = 0,6 per tutti gli indici di abbondanza 1c, 1b, 2c e 2b (si escludono i valori Ir < 0,6). Per l’anguilla si indica unicamente il valore numerico Ir = 0,6 per Ia = 1, Ir = 0,8 per Ia = 2 e Ir = 1,0 per Ia = 3; analogo criterio potrebbe valere per la lampreda (*Lampetra zanandrea*).

Valore Ir		Struttura		
		c	b	a
Consistenza demografica	1	0,4	0,5	0,6
	2	0,5	0,6	0,8
	3	0,6	0,8	1,0

**Tab. VII.** Determinazione dell’indicatore relativo alla “condizione biologica delle popolazioni” (f<sub>2</sub>) proposto da ZERUNIAN *et al.* (2009) inerente l’ultima versione dell’ISECI in base ai criteri di attribuzione dei giudizi sulla consistenza demografica e sulla struttura per la valutazione dell’indice di abbondanza Ia.

Valore f <sub>2</sub> = [(0,6 × f <sub>2,i,1</sub> ) + (0,4 × f <sub>2,i,2</sub> )]	Struttura (f <sub>2,i,1</sub> )			
	Ia = c v <sub>2,i,1</sub> = 0,0	Ia = b v <sub>2,i,1</sub> = 0,5	Ia = a v <sub>2,i,1</sub> = 1,0	
Consistenza demografica (f <sub>2,i,2</sub> )	Ia = 1 v <sub>2,i,2</sub> = <b>0,0</b>	0,0	0,3	0,6
	Ia = 2 v <sub>2,i,2</sub> = <b>0,5</b>	0,2	0,5	0,8
	Ia = 3 v <sub>2,i,2</sub> = <b>1,0</b>	0,4	0,7	1,0

**Tab. VIII.** Corrispondenze tra gli indicatori delle condizioni biologiche delle popolazioni ittiche “Ir” relativo all’I.I. ed “f<sub>2</sub>” relativo all’ISECI (ZERUNIAN *et al.* 2009) in funzione dell’attribuzione dell’indice di abbondanza “Ia”.

consistenza demografica		struttura	Indici/indicatori		
popolazione	scarsa	destrutturata	Ia = 1c	Ir = 0,4	f <sub>2</sub> = 0,0
popolazione	intermedia	destrutturata	Ia = 2c	Ir = 0,5	f <sub>2</sub> = 0,2
popolazione	scarsa	mediamente strutturata	Ia = 1b	Ir = 0,5	f <sub>2</sub> = 0,3
popolazione	pari a quella attesa	destrutturata	Ia = 3c	Ir = 0,6	f <sub>2</sub> = 0,4
popolazione	intermedia	mediamente strutturata	Ia = 2b	Ir = 0,6	f <sub>2</sub> = 0,5
popolazione	scarsa	ben strutturata	Ia = 1a	Ir = 0,6	f <sub>2</sub> = 0,6
popolazione	pari a quella attesa	mediamente strutturata	Ia = 3b	Ir = 0,8	f <sub>2</sub> = 0,7
popolazione	intermedia	ben strutturata	Ia = 2a	Ir = 0,8	f <sub>2</sub> = 0,8
popolazione	pari a quella attesa	ben strutturata	Ia = 3a	Ir = 1,0	f <sub>2</sub> = 1,0



un criterio di tipo naturalistico. Esse, per il fatto di essere presenti soltanto (o quasi) nel territorio nazionale, hanno, in genere, areali di distribuzione di limitate estensioni; ad esse quindi viene attribuito un più elevato valore del fattore "AD" nella valutazione del valore intrinseco (V) per il calcolo dell'I.I.n, in coerenza rispetto all'obiettivo di fornire valutazioni di tipo naturalistico. Ma se si intende fornire un valore in funzione della qualità dell'ambiente acquatico, non si ritiene utile distinguere le specie endemiche dalle altre autoctone della comunità di riferimento, "tutte" più o meno condizionate dalle alterazioni ambientali.

L'I.I.a infine non considera le specie esotiche. La loro presenza è considerata negativa nell'ambito di una valutazione di tipo naturalistico ed infatti, nella procedura di calcolo dell'I.I.n, ad esse viene assegnato un valore intrinseco negativo. Ma se si intende esprimere un valore dello stato della comunità ittica "soprattutto" quale espressione di quello dell'ecosistema acquatico, allora occorre valutare gli effetti delle eventuali alterazioni ambientali, evitando di confonderli con le cause (PUZZI *et al.*, 2009), tra le quali la fauna esotica.

### PRIME SPERIMENTAZIONI

Questa nuova versione dell'Indice Ittico è già stata sperimentata elaborando i dati dei campionamenti ef-

fettuati nel 2009 su 428 stazioni delle reti di monitoraggio regionale e provinciali dell'ittiofauna del Piemonte (REGIONE PIEMONTE, in prep.) e applicando l'I.I.n e l'I.I.a su campionamenti pregressi effettuati su altri reticoli idrografici (MARCONATO *et al.*, 1990; C.R.E.S.T., 2003; REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2004, 2006; PASCALE. M., CHINES A., 2009). In tabella XI, si riportano alcuni esempi significativi.

Si è osservato che con l'I.I.n in generale si ottengono classi di qualità inferiori rispetto a quanto risulta con la precedente versione; analoghi risultati si ottengono con l'I.I.a. Si tratta di un risultato atteso, in quanto è ben noto il grave stato di degrado delle comunità ittiche, sia nel territorio nazionale (ZERUNIAN, 2005, 2007b), sia nel continente europeo (ZERUNIAN, 2005), soprattutto nei Paesi che si affacciano sul

**Tab. X.** Classi di qualità ( $CQ = I \div V$ ) in funzione del valore dell'Indice Ittico ambientale (I.I.a).

Classe	Giudizio	Intervallo I.I.a
prima (I)	elevato	$0,80 \leq I.I.a \leq 1,00$
seconda (II)	buono	$0,60 \leq I.I.a \leq 0,79$
terza (III)	sufficiente	$0,40 \leq I.I.a \leq 0,59$
quarta (IV)	scarso	$0,20 \leq I.I.a \leq 0,39$
quinta (V)	pessimo	$0,00 \leq I.I.a \leq 0,19$

**Tab. IX.** Classi di qualità ( $CQ = I \div V$ ) in funzione dell'Indice Ittico naturalistico (I.I.n) nelle aree e sub-aree (Z) in funzione delle Tipologie ambientali (Tp: zone Salmonicola "S", Mista "M" e Ciprinicola "C").

Distretti, aree e sub-aree		Tp	I - Stato elevato	II - Stato buono	III - Stato sufficiente	IV - Stato scarso	V - Stato pessimo	
Dpv (Distretto padano - veneto)	Z1 (area di pertinenza alpina)	S	$\geq 8,0$	$6,0 \div 7,9$	$4,0 \div 5,9$	$2,0 \div 3,9$	$< 2,0$	
		M	$\geq 25,0$	$18,0 \div 24,9$	$12,0 \div 17,9$	$6,0 \div 11,9$	$< 6,0$	
		Cs	$\geq 20,0$	$15,0 \div 19,9$	$10,0 \div 14,9$	$5,0 \div 9,9$	$< 5,0$	
		Ci	$\geq 25,0$	$18,0 \div 24,9$	$12,0 \div 17,9$	$6,0 \div 11,9$	$< 6,0$	
	Z2 (area di pertinenza appenninica)	Z2.1 (subarea su versante padano)	Cs	$> 20,0$	$15,0 \div 19,9$	$10,0 \div 14,9$	$5,0 \div 9,9$	$< 5,0$
			Ci	$\geq 25,0$	$18,0 \div 24,9$	$12,0 \div 17,9$	$6,0 \div 11,9$	$< 6,0$
		Z2.2 (subarea su versante adriatico)	Cs	$\geq 10,0$	$7,0 \div 9,9$	$4,0 \div 6,9$	$2,0 \div 3,9$	$< 2,0$
			Ci	$\geq 15,0$	$11,0 \div 14,9$	$7,0 \div 10,9$	$3,0 \div 6,9$	$< 3,0$
Dtl (Distretto tosco-laziale)	Z3 (area di pertinenza appenninica sul versante tirrenico)	S	$\geq 4,0$	$3,0 \div 3,9$	$2,0 \div 2,9$	$1,0 \div 1,9$	$< 1,0$	
		M	$\geq 15,0$	$11,0 \div 14,9$	$7,0 \div 10,9$	$3,0 \div 6,9$	$< 3,0$	
		Cs	$\geq 12,0$	$9,0 \div 11,9$	$6,0 \div 8,9$	$3,0 \div 5,9$	$< 3,0$	
		Ci	$\geq 15,0$	$11,0 \div 14,9$	$7,0 \div 10,9$	$3,0 \div 6,9$	$< 3,0$	

**Tab. XI.** Esempi di applicazione degli Indici Ittici ambientale (I.I.a) e naturalistico (I.I.n) rappresentativi di alcune Tipologie ambientali (Tp) nelle diverse subaree (Z). Per ogni specie sono indicati i valori degli indici di abbondanza (Ia) e di rappresentatività (Ir). I dati scritti con caratteri in “neretto” indicano le specie delle comunità di riferimento (AUr). I caratteri in “corsivo” indicano le specie alloctone (AL).

Fiume (sigla prov.) altitud. staz. [m s.l.m.] (anno di campionam.)	Sesia (Vc) 450 (2010)		Po (To) 250 (2009)		Toce (Vb) 305 (2009)		Ticino (No) 100 (2009)		Pellice (To) 245 (2010)		Scrivia (Al) 150 (2009)		Tanaro (Al) 95 (2009)		Bosio (Va) 190 (2003)		Marecchia (Rn) 100 (2003)		Brenta (Vi) 125 (1987)		Serchio (Lu) 140 (2006)	
	Z1.1/S Ia	Z1.1/S Ir	Z1.1/S Ia	Z1.1/S Ir	Z1.2/S Ia	Z1.2/S Ir	Z1.2/Ci Ia	Z1.2/Ci Ir	Z1.1/M Ia	Z1.1/M Ir	Z2.1/Ci Ia	Z2.1/Ci Ir	Z2.1/Ci Ia	Z2.1/Ci Ir	Z1.2/M Ia	Z1.2/M Ir	Z2.2/Cs Ia	Z2.2/Cs Ir	Z1.3/S Ia	Z1.3/S Ir	Z3/Ci Ia	Z3/Ci Ir
Anguilla	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>	1	0,6	<b>0</b>	<b>0</b>
Alborella	-	-	-	-	-	-	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	-	-	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
Aspio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbo europeo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbo canino	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	-	-	<i>2c</i>	<i>0,5</i>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-
Barbo	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>	-	-	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>1a</b>	<b>0,6</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	<b>1b</b>	<b>0,5</b>	-	-	<b>3a</b>	<b>1,0</b>
Carassio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>2c</i>	<i>0,5</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Lasca	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2c</b>	<b>0,5</b>	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>
Savetta	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-
Gobione	-	-	<i>2a</i>	<i>0</i>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>
Cavedano	-	-	<i>1b</i>	<i>0,5</i>	-	-	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>1b</b>	<b>0,5</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	<b>3c</b>	<b>0,6</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	-	-	<b>2b</b>	<b>0,6</b>
Vairone	<b>3b</b>	<b>0,8</b>	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>
Carpa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>2c</i>	<i>0,5</i>	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>
Sanguinerola	-	-	<i>1b</i>	<i>0,5</i>	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<i>3a</i>	<i>1,0</i>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-
Pseudorasbora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>3a</i>	<i>1,0</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Triotto	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-
Rovella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>1b</i>	<i>0</i>	-	-	<b>3a</b>	<b>1,0</b>
Scardola	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>
Tinca	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>
Cobite	-	-	<i>2a</i>	<i>0</i>	-	-	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>
Bottatrice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-	-	-
Cagnetta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-	-	-
Ghiozzo di ruscello	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>1c</b>	<b>0,4</b>
Panzarolo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-
Ghiozzo padano	-	-	<i>1a</i>	<i>0</i>	-	-	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	<b>1a</b>	<b>0,6</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1c</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-
Trota marmorata	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>3b</b>	<b>0,8</b>	-	-	<b>2c</b>	<b>0,5</b>	-	-	-	-	<b>1b</b>	<b>0,5</b>	-	-	<b>2b</b>	<b>0,6</b>	-	-
Trota fario	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	<i>2b</i>	<i>0,5</i>	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>	<i>1c</i>	<i>0,4</i>
Temolo	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2a</b>	<b>0,8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-
Luciperca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Scazzone	<b>2c</b>	<b>0,5</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	-	-	<b>3a</b>	<b>1,0</b>	-	-	
Pesce gatto	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	<i>1c</i>	<i>0,4</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Siluro	-	-	-	-	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>	-	-	-	-	<i>2a</i>	<i>0,8</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
AUt (tot. specie AU)	3		8		2		7		8		9		3		7		5		3		6	
AUrt (tot. specie AUr)	<b>3</b>		<b>4</b>		<b>2</b>		<b>6</b>		<b>6</b>		<b>8</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>2</b>		<b>5</b>	
ALt (tot. specie AL)	<i>1</i>		<i>0</i>		<i>1</i>		<i>1</i>		<i>2</i>		<i>0</i>		<i>9</i>		<i>2</i>		<i>0</i>		<i>1</i>		<i>4</i>	
Nt (somma Ir delle AUr)	2,1		3,6		1,8		3,6		6,0		7,8		1,6		4,9		2,6		1,6		4,0	
Valore I.I.a	0,42		0,72		0,36		0,28		0,43		0,71		0,15		0,33		0,43		0,32		0,57	
Classe I.I.a	III		II		IV		IV		III		II		V		IV		III		IV		III	
Valore I.I.n	4,1		9,0		2,9		5,4		11,4		17,8		-2,2		6,5		5,3		2,6		7,8	
Classe I.I.n	III		I		IV		V		III		III		V		IV		III		IV		III	

Mediterraneo (CRIVELLI, 1996).

Con i campionamenti succitati effettuati nel 2009 in Piemonte (REGIONE PIEMONTE, in prep.), non è stato rinvenuto il cobite mascherato (estinto?); l'anguilla, un tempo molto frequente, è stata catturata nel solo Ticino; il temolo è risultato presente solo nel 3 % delle stazioni, contro il 7 % nel 2004 (REGIONE PIEMONTE, 2006) ed il 10 % nel 1988/89 (REGIONE PIEMONTE, 1992). Risultano consistenti riduzioni delle popolazioni di lasca, tinca, savetta, persico reale e luccio, in un panorama complessivo molto preoccupante (FORNERIS *et al.*, 2011). È quindi inevitabile che qualunque sistema di valutazione di stato delle comunità ittiche, indipendentemente dalla sua struttura naturalistica o ecologica-funzionale, conduca, salvo situazioni sempre più rare, a giudizi sintetici prevalentemente pari o inferiori al "sufficiente".

Un caso di stato buono della comunità ittica si rileva nel Po in provincia di Cuneo (Tab. XI), con una prima classe dell'I.I.n per la ricchezza in numero di specie autoctone ( $AU_t = 8$ ) ed assenza di specie alloctone. È una delle rare stazioni ove è stato rinvenuto il temolo in Piemonte con il monitoraggio del 2009. Tuttavia manca il barbo canino e le popolazioni di vairone e di temolo sono numericamente poco rappresentate; quindi risulta un valore I.I.a = 0,72, (seconda classe di qualità).

Anche lo Scrivia (150 m s.l.m. in provincia di Alessandria) presenta una comunità ittica interessante. Il giudizio buono secondo l'I.I.n deriva in parte dall'assenza di specie AL. Tra quelle rinvenute risulta la sanguinerola che si aggiunge alle otto specie facenti parte della comunità di riferimento; ne mancano quattro rispetto al totale  $AU_t = 12$  attese per questa tipologia ambientale, ma quelle presenti costituiscono, quasi tutte, popolazioni abbondanti e ben strutturate. Il giudizio risulta "buono" per entrambi gli indici I.I.n e I.I.a.

Gli altri esempi della tabella XI descrivono situazioni alterate, purtroppo prevalenti nelle nostre acque. Il Toce (tipologia S, alla quota di 300 m s.l.m.), con il campionamento del 2009, risultava popolato da trota marmorata e da scazzone, con discrete popolazioni. Delle cinque specie della comunità di riferimento, risultano assenti vairone, barbo canino e temolo, un tempo tutte ben rappresentate. Inevitabilmente è risultato un giudizio "insufficiente" per entrambi gli indici naturalistico ed ambientale.

Grave è la situazione del Ticino. In tabella XI è descritto l'esito del campionamento del 2009 in provincia di Novara. Delle tredici specie  $AU_r$  ne sono state rinvenute soltanto sei, tre delle quali con popolazioni poco consistenti e mal strutturate. Sono risultate le classi IV per l'I.I.a. ed V per l'I.I.n, anche per la presenza del siluro, con una popolazione discreta e

strutturata. Merita segnalare che il SACA assegnato nel 2008 (ai sensi del D. Lgs 152/99) è risultato "sufficiente" (con livello 2 per il LIM e la classe terza per l'I.B.E.).

In tabella XI è illustrato l'esito del campionamento sul Brenta, in provincia di Vicenza, effettuato nel 1987, quando forse lo stato dell'ittiofauna era migliore. Il risultato dell'applicazione "a posteriori" dell'I.I. è una quarta classe secondo entrambi i criteri, naturalistico ed ambientale. Rispetto alla comunità di riferimento risultarono assenti tre specie (barbo canino, vairone e temolo). Tale risultato si basa sulla presunzione per cui "tutti" gli ambienti classificati nella tipologia ambientale salmonicola siano caratterizzati da una comunità di riferimento composta dalle cinque specie indicate in tabella III. Ma le diverse realtà sono ben più articolate. Nel caso specifico la comunità "reale" attesa, secondo quanto riferito da G. Maio (ittiologo che da molto tempo opera nel vicentino) come "parere esperto", le specie tipiche di quel tratto fluviale non comprendono il vairone, invece ben presente verso valle. Pertanto bisognerebbe considerare il valore  $AU_{rt} = 4$ ; allora diventerebbe I.I.a =  $N_t/AU_{rt} = 1,6/4 = 0,4$  che corrisponde alla terza classe anziché alla quarta come risulta considerando pedestremente la composizione teorica della comunità di riferimento indicata in tabella III.

L'esempio sopra segnalato dimostra quanto sia poco opportuno considerare acriticamente le comunità di riferimento indicate per i diversi tipi fluviali nei vari settori zoogeografici. Per esempio ZERUNIAN *et al.* (2009) propongono la trota marmorata nelle comunità di riferimento per le zone dei Salmonidi e dei Ciprinidi a deposizione litofila nell'area padana. Ma l'areale di distribuzione di tale specie, come risulta dal monitoraggio dell'anno 2009 (REGIONE PIEMONTE, in prep.) e da quelli pregressi (REGIONE PIEMONTE, 1992, 2006; REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2004, 2006), non comprende i fiumi della destra del fiume Po ad est del Tanaro. Gli stessi Autori inoltre inseriscono la sanguinerola nella comunità di riferimento della zona dei Salmonidi dell'area padana, ma in Piemonte tale specie è invece abbondante nella zona dei Ciprinidi.

Il risultato peggiore, in tabella XI, riguarda il Tanaro in provincia di Alessandria, con la classe V per entrambi gli indici I.I.a e I.I.n, mentre il dato SACA, per l'anno 2008, è risultato "sufficiente". L'obiettivo di qualità previsto per l'anno 2008 ai sensi del D.Lgs 152/99 e previsto dal PTA regionale (REGIONE PIEMONTE, 2004) è dunque conseguito, ma lo stato dell'ittiofauna è inequivocabilmente grave. Sono presenti 12 specie di cui solo tre autoctone: l'alborella con una popolazione strutturata, ma poco abbondante, gobione e cavedano con pochi adulti. È una situazione molto comune nel basso corso del Sesia, nel Po a valle della confluenza

con la Dora Baltea (PUZZI *et al.*, 2009), nel medio e basso corso del Tanaro e, in generale, in gran parte delle tipologie ciprinicole del bacino del Po.

## CONCLUSIONI

Quanto sopra esposto porta ad esprimere un concetto molto importante. Le comunità di riferimento indicate in tabella III o da altri Autori (es. ZERUNIAN *et al.* 2009) sono un utile riferimento di carattere generale, ma da considerare con cautela e da valutare caso per caso, apportando gli indispensabili aggiustamenti sulla base delle esperienze acquisite da parte degli ittologici che hanno operato entro delimitati contesti territoriali. Le Regioni hanno predisposto le nuove reti di monitoraggio ai sensi del D. Lgs 152/06 (in recepimento della Direttiva 2000/60/CE); sui siti di campionamento dovranno essere valutati lo stato fisico-chimico delle acque e gli elementi di qualità biologica (EQB) tra i quali i "pesci". È importante che, per ciascuno di tali siti, vengano determinate le comunità di riferimento con valutazioni specifiche e non basate esclusivamente su indicazioni di carattere troppo generale; altrimenti si rischia di ottenere risultati poco attendibili sulla qualificazione di stato delle comunità ittiche e quindi con pregiudizio della valutazione complessiva dello stato ecologico dei fiumi.

Lo stato di degrado dell'ittiofauna è conseguenza di molteplici fattori, la maggior parte dei quali "potenzialmente" rimovibili, con effetti positivi sullo stato ecologico dei corsi d'acqua. Ma il fattore di alterazione dovuto alle specie aliene è probabilmente irreversibile, in quanto è molto difficile o impossibile eradicare o contenere la presenza e la diffusione della fauna alloctona. Pertanto l'obiettivo di qualità legato all'EQB "pesci" rischia di non essere conseguibile, con inevitabile pregiudizio del giudizio complessivo di stato ecologico dei fiumi. In occasione del monitoraggio dell'ittiofauna in Piemonte del 2009 (REGIONE PIEMONTE, in prep.), rispetto all'insieme di 428 stazioni campionate, per 182 siti sono disponibili i valori LIM, IBE e SECA valutati ai sensi del D.Lgs. 152/99 e rappresentativi dell'anno 2008. Rispetto a tale sottoinsieme per 23 stazioni (13 %) sono risultate presenti cinque o più specie alloctone, spesso dominanti. I giudizi di stato delle comunità, ottenuti con l'I.I. e con l'ISECI, sia con le ultime versioni, sia con quelle precedenti, sono risultati sempre inferiori (spesso nettamente) rispetto a quelli ottenuti con gli altri indicatori.

L'Indice Ittico, nella versione proposta in questo contributo, come in quelle precedenti, si applica alle acque correnti naturali permanenti (comprese quelle prevalentemente alimentate da sorgenti e risorgive) nei distretti zoogeografici padano-veneto e tosco-laziale. Sono escluse le acque stagnanti (laghi, stagni e paludi,

naturali ed artificiali) e quelle di transizione (tra bacini marini ed aree emerse, quali quelle lagunari, palustri, deltizi, di estuario,...). Sono quindi esclusi i bacini della Liguria, regione nella quale siamo certi dell'autoctonia dell'anguilla, risultano alcuni dubbi per il vairone, mentre risulta probabile l'alloctonia di tutte le altre specie (BORRONI, 1995). In tale situazione è molto difficile (se non impossibile) redigere elenchi attendibili delle specie costituenti le comunità di riferimento. Analoga situazione risulta, a nostro parere, per le grandi isole e per le regioni a Sud del distretto tosco-laziale.

Con la versione dell'I.I. proposta nel presente contributo sono anche esclusi gli ambienti classificati nella tipologia ambientale alpina (A) della subarea Z1 (porzioni medio-alte dei bacini alpini), nella tipologia salmocola (S) della subarea Z2 (porzioni alte dei bacini appenninici sui versanti padano e adriatico) e nei torrenti delle testate dei bacini appenninici sul versante tirrenico in Z3. Sono ambienti quasi sempre popolati da salmonidi (in genere alloctoni) conseguenza di immissioni per fini alieutici e la cui condizione naturale è probabilmente l'assenza di ittiofauna. Inoltre i risultati dei campionamenti potrebbero essere influenzati dalle modalità di gestione dei ripopolamenti e dai prelievi alieutici in misura ben maggiore rispetto alle condizioni ambientali dei corsi d'acqua.

In sintesi, con il presente contributo, abbiamo inteso aggiornare l'Indice Ittico in modo da renderlo più adatto per la qualificazione naturalistica delle comunità ittiche (I.I.n), quale strumento utile per le modalità gestionali di tutela dell'ittiofauna (es. carte ittiche). Indicazioni sul rapporto tra stato ambientale dei corsi d'acqua e stato dell'ittiofauna può essere fornita dall'I.I.a, ma da considerare, con molta cautela, per le tipologie ambientali e nelle aree zoogeografiche per le quali l'applicazione di tale indice può avere un qualche significato e quale integrazione rispetto agli altri indicatori ambientali.

Allo stato attuale della ricerca e considerando le notevoli peculiarità dei corsi d'acqua del territorio italiano, l'individuazione di un metodo attendibile di valutazione dello stato dell'ittiofauna ai fini dell'applicazione del D.Lgs. 152/06 (in recepimento della Direttiva 2000/60/CE) è una questione assai complessa e delicata. Infatti si prevede di attribuire un giudizio di stato ecologico ai corpi idrici sulla base del ben noto meccanismo per cui la valutazione complessiva è pari a quella peggiore degli elementi di qualità biologica (EQB) e fisico-chimica e rispetto al quale sono state sollevate non poche perplessità (NARDINI *et al.*, 2008). Per le ragioni sopra esposte, proprio l'elemento "pesci" potrebbe diventare determinante in questo modello dominato dal criterio "vinca il peggiore" (BALDACCINI, 2009). La valutazione di stato dell'elemento

“pesci” certamente contribuisce nel descrivere, insieme agli altri indicatori, le condizioni di un ecosistema acquatico; ciò soprattutto allo scopo di mettere in evidenza fattori di alterazione altrimenti poco evidenziabili con gli altri EQB, ma in un sistema che gli assegna un ruolo tale da condizionare così pesantemente il giudizio complessivo di un corso d'acqua,

occorre forse riflettere bene sui limiti di applicabilità. Per tali ragioni si ritengono indispensabili ulteriori sperimentazioni finalizzate ad individuare gli ambienti acquatici rispetto ai quali la valutazione di stato delle comunità ittiche può realmente contribuire, insieme agli altri EQB, a definire correttamente lo stato ecologico dei fiumi.

## BIBLIOGRAFIA

- AUTORI VARI, 2006. Valutazione dello stato ecologico dei sistemi lotici mediante analisi dei popolamenti ittici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE: una proposta basata sulla ricostruzione del giudizio esperto con tecniche di Intelligenza Artificiale. Atti XI Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Treviso), 31 marzo - 1 aprile 2006. *Quaderni ETP*, **34**/2006: 183-194.
- AUTORI VARI, 2009. *Carta Ittica del Fiume Po*. Autorità di Bacino del Fiume Po. Parma.
- BADINO G., FORNERIS G., LODI E., OSTACOLI G., 1992. *Ichthyological Index, a new standard method for the river biological water quality assessment*. River water quality. Commission of the European Communities: 729-730.
- BALDACCINI G.N., 2009. Direttiva 2000/60: una bolla di sapone? *Biologia Ambientale*, **23** (II): 75-78.
- BETTI L., 2006. Ragioni zoogeografiche, autoecologiche e storiche a sostegno dell'autoctonia della popolazione di salmerino alpino (*Salvelinus alpinus* L.) delle Alpi centro-meridionali. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Pescara, 2/3 aprile 2004). *Biologia Ambientale*, **20** (1): 247-251.
- BIANCO P.G., 1987. L'inquadramento zoogeografico dei pesci d'acqua dolce d'Italia e problemi determinati dalle falsificazioni faunistiche. *Atti II Conv. Naz. AIIAD "Biologia e gestione dell'ittiofauna autoctona" di Torino (5/6 giugno 1987)*: 41- 65. Assessorato Pesca della Regione Piemonte e della Provincia di Torino.
- BIANCO P.G., 1990. Proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci. Atti III Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Perugia, 28/30 settembre 1989). *Riv. Idrobiol.* **29** (1): 131-149. Assisi (Pg).
- BIANCO P.G., 1996. Inquadramento zoogeografico dell'ittiofauna continentale autoctona nell'ambito della sottoregione euro-mediterranea. *Atti IV Con. Naz. AIIAD "Distribuzione della fauna ittica italiana" di Trento (12/13 dicembre 1991)*: 145-170. Provincia Autonoma di Trento. Istituto Agrario di S. Michele all'Adige.
- BORRONI I., 1995 (a cura di). *Carta ittica della Provincia di Genova*. Amministrazione Provinciale di Genova.
- C.R.E.S.T., 2003. *Acque correnti superficiali naturali del reticolo idrografico del territorio della Comunità Montana Valcuvia (Morfometria, climatologia, idrologia, qualità delle acque e ittiofauna, gestione delle risorse idriche e tutela del reticolo idrografico superficiale naturale)*. Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino. Comunità Montana Valcuvia (Va).
- CRIVELLI J.A., 1996. *The freshwater fish endemic to the northern Mediterranean region*. Station biologique de la Tour du Valat. Arles.
- MARCONATO A., MARCONATO E., SALVIATI S., MAIO G., 1990. *La carta ittica della Provincia di Vicenza*. Assessorato Pesca della Provincia di Vicenza.
- MOYLE P.B., NICHOLS R.D., 1973. Ecology of some native and introduced of the Sierra Nevada foothills in central California. *Copeia*, **3**: 478-489.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005a. Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po e prime applicazioni in Piemonte. *Riv. Piem. St. Nat.*, **XXVI**: 3-39. Carmagnola (To).
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005b. *Materiali e metodi per i campionamenti e monitoraggi dell'ittiofauna (determinazione della qualità delle comunità ittiche)*. Digital Print. Torino.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006a. Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D. Montesilvano (Pescara), 2/3 aprile 2004. *Biologia Ambientale*, **20** (1): 89-101.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006b. Stato dell'ittiofauna ed applicazione dell'indice ittico (I.I.) in Piemonte. Atti XI Conv. Naz. A.I.I.A.D. Treviso, 31 marzo - 1 aprile 2006. *Quaderni ETP*, **34**/2006: 159-166.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2007. Indice Ittico - I.I. *Biologia Ambientale*, **21** (1): 43-60.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2008. Confronto tra i metodi di determinazione dello stato delle comunità ittiche proposti in Italia (bacino del Serchio, Provincia di Lucca). *Biologia Ambientale*, **22** (2): 35-46.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P., 2010. Applicazione dell'Indice Ittico (I.I.) in Piemonte e sperimentazione nel nuovo Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI). *Biologia Ambientale*, **24** (2): 27-42.
- FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P., 2011. Stato dell'ittiofauna in Piemonte. *Riv. Piem. St. Nat.*, **XXXII**. Carmagnola (To). (in stampa).
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico dello Stato. Roma.
- NARDINI A., SANSONI G., SCHIFANI I., CONTE G., GOLTARA G.,

- BOZ B., BIZZI S., POLAZZO A., MONACI M., 2008. Problemi e limiti della Direttiva Quadro sulle Acque. *Biologia Ambientale*, **22** (2): 3-18.
- NONNIS MARZANO F., TAGLIAVINI J., CHIESA D., PASCALE M., GANDOLFI G. 2003. Marcatori molecolari per la gestione e la conservazione di popolazioni appenniniche di trota fario. *Atti del workshop "Selezione e recupero della trota fario (Salmo trutta L.) di ceppo mediterraneo: esperienze a confronto"*: 25-30. Villalago di Piediluco (TN).
- PASCALE M., 1999. La trota fario di ceppo mediterraneo: alcune problematiche legate alla gestione delle popolazioni autoctone di salmonidi. *Atti Conv. "Recupero e reintroduzione di ceppi autoctoni di trota fario, Salmo [trutta] trutta L., di ceppo mediterraneo in ambienti appenninici tipici. Esperienze a confronto"*: 39-43. Provincia di Reggio Emilia.
- PASCALE M., CHINES A., 2009. *Carta Ittica della provincia di Lucca*. Provincia di Lucca, F.I.P.S.A.S., A.R.C.I. PESCA FISA, U.N.P.E.M.
- PICCININI A., NONNIS MARZANO F., GANDOLFI G., 2004. Il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*): prove storiche della sua introduzione sul territorio italiano. *Atti IX Conv. Naz. AIAD. Biologia Ambientale*, **18** (1): 259-264.
- PUZZI C.M., TRASFORINI S., BARDAZZI M.A., MORONI F., 2009. Proposta di un indice per la valutazione dello stato ecologico della fauna ittica del Fiume Po. *Biologia Ambientale*, **23** (2): 3-14.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2004. *Carta Ittica dell'Emilia-Romagna. Zona "D"*. Assessorato Attività produttive, Sviluppo Economico e Piano Telematico. Bologna.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2006. *Carta Ittica dell'Emilia-Romagna. Zona "C"*. Assessorato Attività produttive, Sviluppo Economico e Piano Telematico. Bologna.
- REGIONE PIEMONTE, 1992. *Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*. Assessorato Caccia e Pesca. Torino.
- REGIONE PIEMONTE 2004. *Piano di Tutela delle Acque*. Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 2006. *Monitoraggio della fauna ittica in Piemonte*. Direzione Pianificazione delle risorse Idriche. Regione Piemonte, Torino.
- REGIONE PIEMONTE, in prep. *Carta Ittica relativa al territorio della Regione Piemontese. Anno di monitoraggio 2009*. Assessorato all'Agricoltura e Foreste e alla Caccia e Pesca. Settore Tutela e Gestione della Fauna Selvatica e Acquatica. Torino.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., CICCIOTTI E., DI DATO P., MAIO G., MARCONATO E., SALVIATI S., TANCIONI L., TURIN P., ZANETTI M., 2004. Previsione della composizione della fauna ittica mediante reti neurali artificiali. *Biologia Ambientale*, **18** (1): 1-8.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., CICCIOTTI E., DI DATO P., MAIO G., MARCONATO E., SALVIATI S., TANCIONI L., TURIN P., ZANETTI M., 2005. Optimisation of artificial neural networks for predicting fish assemblages in rivers. In: LEK S., SCARDI M., VERDONSCHOT P.F., DESCY J.P., PARK Y.S. (eds), *Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin: 114-229.
- SCARDI M., LORENZONI M., CAMPAGNA F., CAPRIOLI R., COLOMBARI T.P., MAIO G., SARROCCO S., SCALICI M., TANCIONI L., in prep. Fidess 2.0: un sistema di supporto decisionale per la valutazione dello stato ecologico dei sistemi lotici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE. *XIII Conv. Naz. AIAD. Sansepolcro (Arezzo), 12/13 novembre 2010*.
- SCARDI M., TANCIONI L., 2007. Un metodo basato sulla fauna ittica e su tecniche di Intelligenza Artificiale per la valutazione dello stato ecologico dei fiumi ai sensi della Direttiva 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 31-41.
- SCARDI M., TANCIONI L., CAUDATELLA S., 2006. Monitoring methods based on fish. In: Ziglio G., Sigilardi M., Flaim G. (eds), *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Perspectives*. Wiley, London: 135-153.
- TANCIONI L., SCARDI M., CAUDATELLA S., 2005. I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici. *Ann. Ist. Super. Sanità*, **41** (3): 399-402.
- TANCIONI L., SCARDI M., CAUDATELLA S., 2006. Riverine fish assemblages in temperate rivers. In: Ziglio G., Siligardi M., Flaim G. (eds), *Biological Monitoring of River: Applications and Perspectives*. Wiley, London: 47-69.
- ZERUNIAN S., 2002. *Condannati all'estinzione*. Edagricole. Bologna.
- ZERUNIAN S., 2004a. Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, **18** (2): 25-30.
- ZERUNIAN S., 2004b. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero Ambiente e Tutela Territorio. Istituto Nazionale Fauna Selvatica. Quaderni della Conservazione della Natura 20. Tipolitografia F.G. Savignano s.P. Modena.
- ZERUNIAN S., 2005. Ruolo della fauna ittica nell'applicazione della Direttiva Quadro. *Biologia Ambientale*, **19** (1): 61-69.
- ZERUNIAN S., 2007a. Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 43-47.
- ZERUNIAN S., 2007b. Problematiche di conservazione dei Pesci d'acqua dolce italiani. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 49-55.
- ZERUNIAN S., GOLTARA A., SCHIPANI I., BOZ B., 2009. Adeguamento dell'Indice dello Stato delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, **23** (2): 15-30.