

Problematiche inerenti l'applicazione dell'ISECI nell'ambito della Direttiva Quadro sulle Acque: applicazione e confronto di differenti indici ittici

LORENZO MOSCHINI, FEDERICA PICCOLI & FRANCESCO NONNIS MARZANO

Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale - Viale delle Scienze 11/A - Parma
E-mail: lorenzo.moschini@studenti.unipr.it

ANDREA VOCCIA & PIETRO RONTANI

Spin-Off accademico GEN-TECH S.r.l. - Viale delle Scienze 11/A - Parma

RIASSUNTO

L'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche o ISECI è l'indice ufficiale per la valutazione dello stato ecologico delle acque superficiali relativamente all'EQB fauna ittica. La sua applicazione sul campo in diversi studi ha portato alla luce una serie di importanti problematiche, prima fra tutte la non corrispondenza delle comunità ittiche di riferimento proposte con quelle effettivamente osservate, che minano la sua validità come strumento di valutazione. Oltre all'indice ufficiale sono stati sviluppati in Italia altri indici ittici come quello di Forneris e il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche o NISECI, la nuova versione dell'ISECI rivisitata ed aggiornata in risposta alle criticità emerse nella sua versione precedente. In questo lavoro sono state analizzate 30 stazioni distribuite lungo 13 corsi idrici delle provincie di Parma, Piacenza e Reggio Emilia e per ciascuna di esse sono stati calcolati l'Indice ISECI, NISECI e Indice Ittico. In primo luogo per verificare se anche nei corsi dell'Emilia Romagna l'indice ufficiale manifesta le stesse criticità osservate in altre regioni, e in secondo luogo per testare sul campo la sua nuova versione, solo recentemente sviluppata e non ancora applicata. Dall'analisi della sua struttura emerge come siano stati effettivamente fatti dei passi avanti rispetto alla versione precedente attraverso la correzione di alcune delle problematiche emerse. Tuttavia i risultati mostrano ancora una sostanziale incapacità da parte di questi indici, almeno nel presente caso di studio, nel valutare l'effettivo status ecologico-ambientale complessivo dei corsi d'acqua analizzati.

Parole chiave: *ISECI, NISECI, Indice Ittico di Forneris, Indici Ittici, comunità ittiche, ecologia fluviale, confronto, problematiche, Trota fario.*

ABSTRACT

Issues inherent the application of ISECI in the context of the WFD: Application and comparison of different fish indexes

The Index of the Ecological Status of Fish Communities or ISECI is the official index for the evaluation of the ecological status of surface waters with regard to fish communities. Its application in the field in several research had brought to light some important problems that threaten the index efficiency; first of all the historical fish communities defined by the WFD are generic and non functional. In addition to ISECI some other fish indexes have been developed in Italy such as the Ichthyological Index of Forneris and the New Index for the Ecological Status of Fish Communities or NISECI. This is the new version of ISECI revisited and updated in order to correct previous issues. In this work we analyzed 30 stations located along 16 watercourses of the provinces of Parma, Reggio Emilia and Piacenza and for each station the 3 indexes (ISECI, NISECI, I.I.) have been calculated. First objective is to verify if also in Emilia Romagna the application of ISECI express the same issues observed in other regions. Secondly we want to test in the field the new version of the index (NISECI) which has been recently developed and has not yet been applied. The analysis of NISECI structure show some adjustments that improved the previous version of the index. However final results still demonstrate a substantial inability of fish indexes for the evaluation of the real and general ecological and environmental status of rivers analyzed in this study case.

Key-words: *ISECI, NISECI, Ichthyological Index of Forneris, fish indexes, fish communities, river ecology, confrontation, issues, Brown trout.*

INTRODUZIONE

La direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE, detta anche Water Framework Directive (WFD) è stata definita dal Parlamento e dal Consiglio Europeo il 23 ottobre 2000.

Istituisce un quadro giuridico volto ad assicurare la tutela e il ripristino qualitativi delle acque in Europa, nonché l'utilizzo sostenibile delle risorse idriche.

Richiede di classificare le acque superficiali secondo 5 classi di qualità, dallo stato ecologico elevato (classe I) a quello pessi-

mo (classe V), in funzione del loro grado di alterazione.

Definisce inoltre delle scadenze precise, imponendo infatti che ogni Stato membro consegua entro il 2015 (2021 in seguito all'implementazione del 2015) uno stato ambientale almeno Buono (classe II) in tutti i principali corpi idrici. Un corpo idrico è considerato in buono stato sotto il profilo ambientale e chimico quando presenta bassi livelli di inquinamento chimico e un ecosistema sano.

Con la Direttiva 2000/60/CE acquisiscono un ruolo primario come indicatori di qualità gli elementi biotici, definiti come

Elementi di Qualità Biologici (EQB) e in particolare:

- composizione, abbondanza e biomassa del fitoplancton;
- composizione e abbondanza della flora acquatica, macrofite e fitobentos;
- composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici;
- composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica.

L'applicazione della Direttiva rende necessaria la definizione di Indici standardizzati per la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici tramite EQB in modo da garantire la compatibilità dei risultati sia fra i diversi indici sia fra i vari Paesi membri della U.E. La standardizzazione prevede l'utilizzo di indici che restituiscano un valore finale compreso tra 0 e 1. Questo intervallo di valori è discretizzato in 5 classi corrispondenti alle 5 classi di qualità.

L'ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche) rappresenta uno degli strumenti elaborati in ottemperanza alla Direttiva Acque e ad oggi è l'indice ufficiale per la valutazione della qualità ecologica dei corsi idrici sulla base dell'EQB fauna ittica.

L'ISECI tiene conto di due aspetti principali: la naturalità della comunità, intesa come la normale presenza di tutte le specie indigene attese e l'assenza di specie aliene, e la buona condizione delle popolazioni indigene, intesa come la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologiche evolutive. L'indice ISECI valuta la condizione ecologica di un popolamento ittico confrontandolo con una condizione di riferimento ideale, non modificata dall'uomo, che viene definita sulla base delle caratteristiche zoogeografiche del bacino di riferimento e della sua zonazione ecologica.

L'ISECI è uno strumento relativamente nuovo che è stato applicato solamente in alcune Regioni con risultati altalenanti. In numerosi studi precedenti (MECATTI *et al.*, 2014; PIZZUL *et al.*, 2014; POMPEI *et al.*, 2011; AGOSTINI *et al.*, 2012) sono infatti emerse diverse problematiche e criticità che minano la sua efficacia come indicatore ecologico.

Spesso si è dimostrato uno strumento conservativo, efficace per la valutazione dello stato biologico delle comunità ittiche, meno per la valutazione della funzionalità ecologica. Tra le altre problematiche emerse vi sono il fatto che le comunità ittiche di riferimento proposte sono risultate quasi sempre generiche e non funzionali e spesso sono emerse difficoltà nell'identificazione degli ibridi direttamente sul campo sulla base delle sole caratteristiche morfologiche.

Lo scopo di questo studio consiste nell'applicazione e nel calcolo dell'ISECI (ZERUNIAN, 2009) in 30 stazioni di campionamento distribuite lungo 16 corsi idrici delle Province di Parma, Reggio-Emilia e Piacenza in modo tale da valutare se le criticità di quest'ultimo, emerse dai precedenti lavori svolti in Umbria, Friuli e Veneto, siano presenti anche nel territorio dell'Emilia-Romagna i cui fiumi presentano caratteristiche idrografiche, biologiche e ambientali differenti da quelli delle altre Regioni sopracitate e che potrebbero dunque influenzare l'applicazione dell'indice e determinare risultati differenti. Insieme all'ISECI sono stati calcolati anche alcuni tra i più importanti ed interessanti indici per la valutazione dello stato ecologico delle co-

munità ittiche, tra quelli sviluppati in Italia. Tra questi sono stati scelti l'Indice Ittico di Forneris (FORNERIS *et al.*, 2007) e il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche o NISECI (MACCHIO *et al.*, 2017), una nuova versione dell'ISECI rivista ed aggiornata, maturata in seguito al recepimento delle criticità emerse dalla sua applicazione in numerosi studi precedenti. È stato sviluppato solo di recente (pubblicato a Luglio 2017) e non è ancora stato applicato sul campo. Successivamente i risultati ottenuti sono stati poi confrontati tra loro qualitativamente e dove possibile statisticamente con un test del chi quadro.

Di grande importanza è soprattutto il confronto con il NISECI che ha permesso di valutare se le problematiche che affliggono l'ISECI siano state effettivamente recepite e corrette.

Si è inoltre deciso di fare un confronto tra i giudizi ottenuti attraverso i 3 indici e quelli attribuiti alle stazioni da tecnici ed ittiologi dell'UNIPR tramite il giudizio esperto che in questo caso, data la lunga esperienza maturata sui corsi considerati, può essere considerato in modo attendibile come una valutazione dell'effettivo stato ecologico complessivo dei fiumi analizzati. In questo modo si è potuto verificare quale tra i 3 indici esprima una valutazione che più si avvicina allo stato generale del corso d'acqua (che è lo scopo ultimo degli indici secondo la WFD).

MATERIALI E METODI

I censimenti ittici che vengono presi in esame in questo studio sono stati eseguiti da un gruppo di lavoro dell'Università degli Studi di Parma e dello Spin-Off accademico Gen-Tech S.r.l., nell'ambito del progetto europeo LIFE13 NAT/IT/001129 BARBIE (www.lifebarbie.eu). I campionamenti sono stati eseguiti mediante pesca elettrica in un unico passaggio nel periodo compreso tra Agosto 2014 e Agosto 2016.

Tutti i siti oggetto di studio rientrano pienamente nella regione Padana e fanno parte della zona ecologica dei ciprinidi a deposizione litofila, per quanto concerne l'ISECI e il NISECI. I suoi corsi d'acqua, come tutti quelli delle zone facenti parte di questa regione zoogeografica, sono popolati da una serie di Specie ittiche la cui lista completa viene definita dal documento ufficiale dell'ISECI (ZERUNIAN, 2009).

Per quanto concerne l'Indice Ittico di Forneris invece, la suddivisione geografica risulta abbastanza differente rispetto agli altri due indici. In questo caso i siti campionati durante lo studio rientrano all'interno del Distretto padano - veneto (Dpv), nell'area di pertinenza appenninica (Z2) ed in particolare nella sub-area relativa al versante padano (Z2.1).

L'indice ISECI è uno strumento che si basa prevalentemente sul confronto tra la comunità ittica osservata e quella attesa. Si compone di 5 indicatori principali: f1 (presenza di specie indigene), f2 (condizione biologica delle specie indigene osservate), f3 (presenza di ibridi), f4 (presenza di specie aliene), f5 (presenza di specie endemiche). I primi due indicatori sono a loro volta suddivisi in sottoindicatori. A ciascun indicatore e sottoindicatore viene attribuito un "peso" (P) e la somma pesata dei cinque indicatori definisce il risultato finale dell'indice (F). Questo valore finale è compreso tra 0 e 1 e viene suddiviso nelle cinque

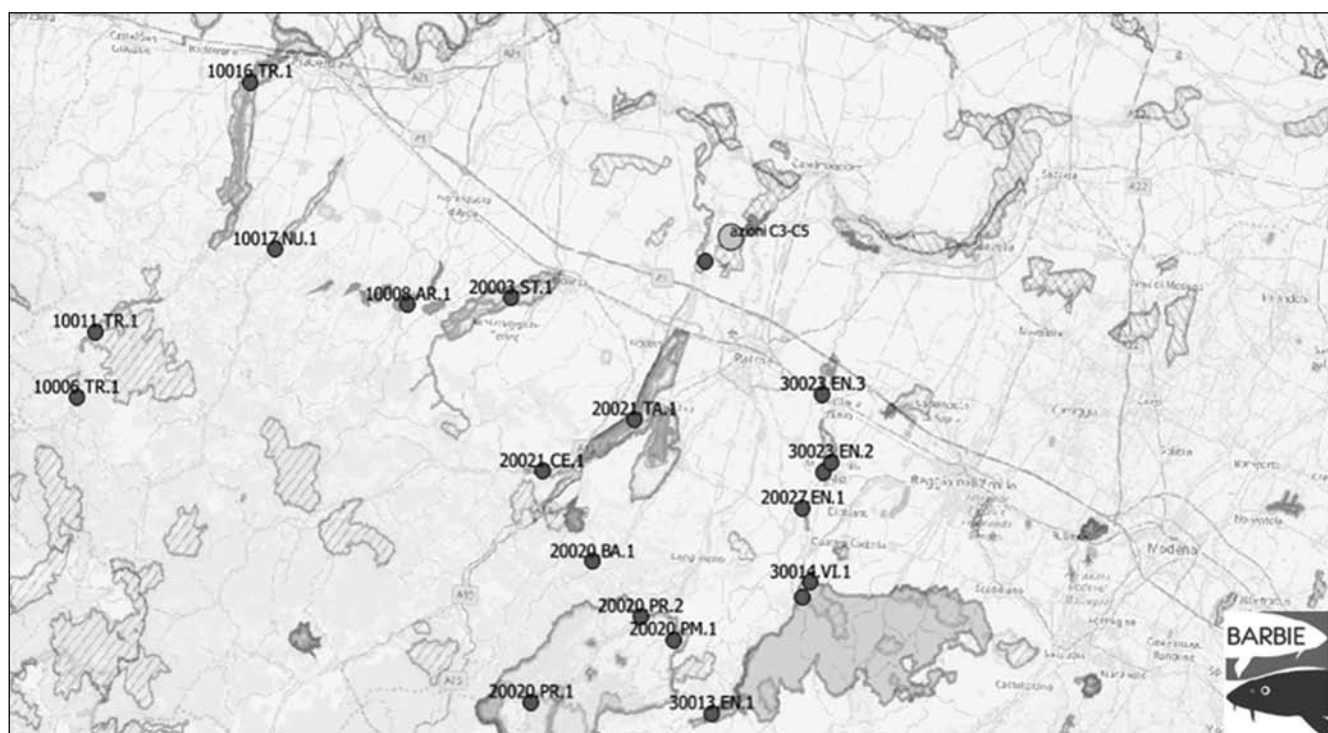


Fig. 1. Disposizione cartografica delle stazioni oggetto di indagine.

classi di qualità ecologica previste dalla Direttiva.

La formula generale è la seguente:

$$\text{ISECI} = p_1 \cdot (p_{1,1} \cdot v_{1,1}(f_{1,1}) + p_{1,2} \cdot v_{1,2}(f_{1,2})) + \\ + p_2 \cdot \sum_{i=1}^1 (p_{2,i,1} \cdot v_{2,i,1}(f_{2,i,1}) + p_{2,i,2} \cdot v_{2,i,2}(f_{2,i,2})) + \\ + p_3 \cdot v_3(f_3) + p_4 \cdot v_4(f_4) + p_5 \cdot v_5(f_5)$$

Nel NISECI la struttura è stata in gran parte modificata. La formula generale risulta più complessa della sua versione precedente. I 5 indicatori dell'ISECI sono stati rimpiazzati da 3 metriche: x1 relativo alla presenza di specie indigene (analogo ad f1), x2 relativo alla condizione biologica delle popolazioni indigene (analogo ad f2) e x3 relativo alla presenza di specie aliene (analogo ad f4). A differenza dell'indicatore f4, però, la metrica x3 risulta più articolata e complessa. Questo in genere si riflette in una minor influenza sul giudizio finale determinata dalla presenza di specie alloctone.

Nel complesso viene invece dato un peso e un'importanza maggiore alla presenza di specie autoctone.

Per quanto riguarda la metrica x2 essa è suddivisa in due submetriche: x2,a relativa alla struttura per classi di età delle popolazioni ittiche e x2,b relativa all'abbondanza demografica delle stesse. Per ciascuna submetrica le popolazioni vengono classificate in 3 livelli di giudizio (esattamente come avveniva per l'ISECI): "ben strutturata", "mediamente strutturata" e "destrutturata" per quanto riguarda la struttura della popolazione; "pari all'attesa", "intermedia" e "scarsa" per quanto riguarda la consistenza demografica.

Tuttavia nel documento del NISECI alcuni elementi di queste due submetriche non sono ancora stati definiti in modo preciso:

SPECIE	TAGLIA
Alborella	Molto piccola
Ghiozzo	
Panzarolo	
Gobione	Piccola
Cobite	
Pseudorasbora	
Persico sole	
Barbo canino	Media
Vairone	
Lasca	
Carassio	
Cobite di stagno orientale	Grande
Trota fario	
Barbo comune	
Cavedano	
Carpa	
Barbo europeo	
Siluro	

CONSISTENZA DEMOGRAFICA	ABBONDANZA OSSERVATA (in 50m lineari)
Pari all'attesa	16 o + individui
Intermedia	6-15 individui
Scarsa	1-5 individui

Tab. 1 e 2. Taglie associate alle specie rinvenute e livelli di giudizio relativi alla consistenza demografica e rispettivi valori soglia.

- 1) l'associazione delle varie specie ittiche alle 4 categorie di taglia previste dall'indice (grande, media, piccola, molto piccola), in base alle quali vengono stabilite le dimensioni necessarie a determinare le classi di età.
- 2) i valori soglia che definiscono i 3 livelli di giudizio relativi all'abbondanza demografica.

Per poter applicare il nuovo indice in questo studio, è stato pertanto necessario definire gli elementi mancanti sulla base del giudizio di tecnici esperti e sulla base dei risultati emersi dai campionamenti effettuati negli anni precedenti presso gli stessi corsi analizzati in questo lavoro (Tab. 1 e 2).

La formula generale del NISECI è:

$$\text{NISECI} = 0.1x_1^{0.5} + 0.1x_2^{0.5} + 0.8(x_1 \times x_2) - 0.1(1-x_3) \\ \times (0.1x_1^{0.5} + 0.1x_2^{0.5} + 0.8(x_1 \times x_2))$$

Il risultato finale dell'indice viene poi convertito in un valore standardizzato (compreso tra 0 e 1) che prende il nome di $\text{RQE}_{\text{NISECI}}$, il quale viene suddiviso nelle cinque classi di qualità.

$$\text{RQE}_{\text{NISECI}} = (\log \text{NISECI} + 1.1283) / 1.0603$$

L'Indice Ittico di Forneris presenta invece un approccio completamente differente. Ad ogni specie osservata sul campo viene attribuito un valore intrinseco naturalistico definito "Valore Intrinseco" (V) (che varia a seconda dell'area zoogeografica e della zona ecologica in cui si trova). Esso non tiene conto di

fattori quali valore economico ed utilità per l'uomo, ed è tanto più elevato quanto maggiore è il grado di conservazione della popolazione. È negativo per le specie alloctone.

Per ogni specie viene poi riportato un "Indice di Abbondanza" (Ia) composto dai dati relativi alla consistenza demografica e da quelli relativi alla struttura per età della popolazione. Ciascun "Indice di Abbondanza" (Ia) deve essere poi convertito in un "Indice di Rappresentatività" (Ir), utilizzato poi per calcolare il valore finale.

Infine per ciascuna specie osservata viene calcolato un "Punteggio" (P) dato dal prodotto tra il suo "Valore Intrinseco" (V) e il suo "Indice di Rappresentatività" (Ir). La somma dei "Punteggi" (P) di tutte le specie (autoctone e alloctone) campionate in ciascuna stazione dà come risultato il valore finale dell'Indice Ittico (I.I.). Questo valore non è standardizzato e quindi non è costituito da un numero compreso tra 0 e 1, come invece richiesto dalla Direttiva Quadro Acque. Ciò impedisce anche qualsiasi confronto diretto tra i risultati numerici ottenuti tramite questa tecnica con quelli ricavati con altri indici, come ad esempio ISECI e NISECI. È comunque possibile fare dei confronti tra i giudizi ottenuti in quanto il risultato finale viene suddiviso in 5 intervalli uguali corrispondenti alle 5 classi di qualità ecologica volute dalla Direttiva.

In questo studio, durante la fase di raccolta dei dati sul campo, sono stati avvistati e catturati numerosi esemplari appartenenti alla sottospecie Trota fario (*Salmo trutta fario*) di ceppo non verificato, ma quasi certamente ibridi tra il ceppo mediterraneo e quello atlantico. Anche in questo lavoro dunque, come in

SPECIE AUTOCTONE			
NOME	ORDINE	NOME	NOME
Barbo comune	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Barbus plebejus</i>
Barbo canino			<i>Barbus caninus</i>
Cavedano			<i>Squalius cephalus</i>
Vairone			<i>Telestes muticellus</i>
Gobione			<i>Gobio gobio</i>
Lasca			<i>Chondrostoma genei</i>
Alborella			<i>Alburnus alburnus</i>
Cobite		Cobitidae	<i>Cobitis bilineata</i>
Ghiozzo	Perciformes	Gobiidae	<i>Padogobius bonelli</i>
Panzarolo			<i>Knipowitschia punctatissima</i>

SPECIE ALLOCTONE			
NOME	ORDINE	NOME	NOME
Carassio	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Carassius carassius</i>
Pseudorasbora			<i>Pseudorasbora parva</i>
Carpa			<i>Cyprinus carpio</i>
Barbo europeo			<i>Barbus barbus</i>
Cobite di stagno orientale		Cobitidae	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>
Persico sole	Perciformes	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>
Siluro	Siluriformes	Siluridae	<i>Silurus glanis</i>
Trota fario (ceppo atlantico)	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo trutta fario</i>

Tab. 3 e 4. Elenco delle specie autoctone ed alloctone rinvenute (in grassetto sono evidenziate le specie endemiche).

N.	STAZIONE	CORSO D'ACQUA	ISECI		NISECI		INDICE ITTICO	
			F	Classe	RQE _{NISECI}	Classe	I.I.	CLASSE
1	10006.TR.1	Trebbia	0,56	III	0,54	III	17	III
2	1008.AR.1	Arda	0,59	III	0,63	II	32,5	II
3	10011.TR.1	Trebbia	0,59	III	0,59	III	19	III
4	10016.TR.1	Trebbia	0,7	II	0,79	II	38,5	II
5	10016.TR.2	Trebbia	0,65	II	0,6	II	16	III
6	10017.NU.1	Nure	0,67	II	0,68	II	20	III
7	20003.ST.1	Stirone	0,64	II	0,74	II	41,5	II
8	20017.LO.1	Lorno (PR)	0,6	III	0,53	III	18,5	III
9	20020.PR.1	Parma	0,41	III	0,29	IV	14	III
10	20020.PR.2	Parma	0,47	III	0,36	IV	19	III
11	20021.TA.1	Taro	0,5	III	0,56	III	36,5	II
12	20021.NA.1	Naviglio (TA)	0,43	III	0,38	IV	18	III
13	20021.CE.1	Ceno (TA)	0,62	II	0,68	II	35	II
14	20022.TA.1	Taro	0,24	IV	0,23	V	5	V
15	20025.PR.1	Parma Morta (PR)	0,2	V	NA	III	-5	V
16	30013.EN.1	Enza	0,51	III	0,48	III	14	III
17	30014.RV.1	Rio Vico (EN)	0,48	III	0,33	IV	4	V
18	30014.RC.1	Rio Cerezzola (EN)	0,64	II	0,5	III	20	III
19	30014.RC.2	Rio Cerezzola (EN)	0,56	III	0,49	III	20	III
20	30023.EN.1	Enza	0,54	III	0,63	II	33	II
21	30023.EN.2	Enza	0,46	III	0,47	III	22	III
22	30023.EN.3	Enza	0,56	III	0,59	III	26,5	II
23	30023.EN.4	Enza	0,52	III	0,57	III	22	III
24	20020.PM.1	Parmossa (PR)	0,61	II	0,55	III	23	III
25	20020.CE.1	Ceno (TA)	0,44	III	0,3	IV	8	IV
26	30013.CE.1	Cedra	0,2	V	NA	V	-2	V
27	20020.FA.1	Fabiola	0,2	V	NA	V	-2	V
28	20020.MO.1	Rio Moneglia	0,52	III	0,37	IV	5	V
29	20020.BA.1	Baganza	0,48	III	0,5	III	20	III
30	200.27.EN.1	Enza	0,63	II	0,73	II	40	II

Tab. 5. Tabella riassuntiva dei risultati ottenuti con i 3 indici (considerando la trota fario alloctona).

molti altri prima, è emerso il problema relativo alla classificazione di questa sottospecie che spesso divide la comunità degli ittiologi.

In alcuni lavori questi esemplari sono stati classificati come parautoctoni al fine del calcolo degli indici ittici data la loro massiccia presenza ormai in tutti i corsi idrici del Nord Italia e perché la loro presenza non influisce poi in maniera così negativa sull'effettiva qualità ecologica ed ambientale generale dei fiumi.

In questo lavoro abbiamo deciso di utilizzare entrambi gli scenari, considerando dapprima la Trota fario come alloctona (come previsto dai protocolli di applicazione di ISECI, NISECI e I.I.) e successivamente come specie parautoctona. Ciascun indice viene quindi calcolato due volte in quelle stazioni in cui è stata osservata la presenza della Trota fario, in modo tale da vedere come e quanto ciascun indice viene influenzato da questa problematica ormai molto comune.

RISULTATI

Durante i campionamenti, che si sono tenuti nel corso di tre anni (dal 2014 al 2016), sono state rinvenute 18 specie ittiche di cui 10 autoctone e 8 transfaunate o alloctone (Tab. 3 e 4).

I risultati ottenuti applicando l'indice ISECI mostrano come non siano state trovate stazioni di stato ecologico Elevato (Classe I) e solo 8 stazioni su 30 (26,67 %) risultano Buone (Classe II). La maggior parte delle stazioni, 18 su 30, sono state classificate Sufficienti (Classe III) e rappresentano circa il 60 % del totale. Solo una stazione (3,33 %) è stata giudicata Scadente (Classe IV) mentre 3 (10 %) sono state classificate di stato Pessimo (Classe V).

Se la Trota fario viene considerata parautoctona i risultati riportati dall'ISECI cambiano notevolmente. Le stazioni con stato ecologico Buono (Classe II) aumentano dal 26,67% al 50% mentre diminuiscono quelle Sufficienti (Classe III), dal

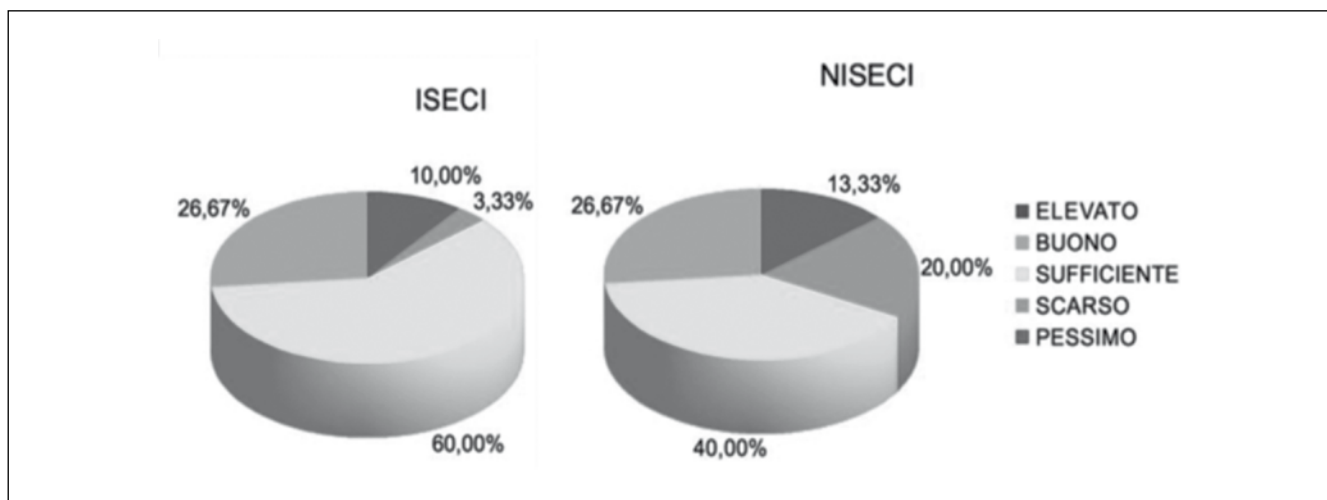


Fig. 2. Stato ecologico delle stazioni ittiche classificate tramite ISECI e NISECI.

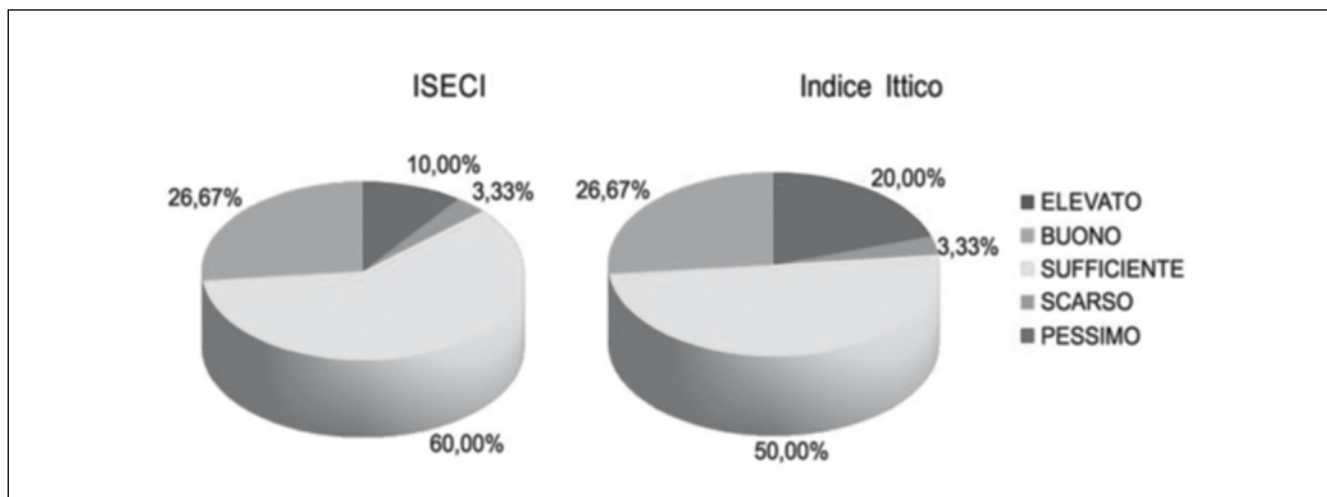


Fig. 3. Stato ecologico delle stazioni ittiche classificate tramite ISECI e Indice Ittico.

60% al 43,3 %, e quelle Pessime (Classe V), dal 10% al 3,33%. Non cambia invece il numero delle stazioni di qualità Scadente (Classe IV).

I risultati ottenuti con l'ISECI considerando la Trota fario alloctona (ISECI) e quelli ottenuti considerando la stessa parautoctona (ISECI Tf) sono stati confrontati in modo statistico attraverso un'analisi del Chi quadro effettuata tramite il software R. È stato trovato un $p\text{-value} = 0,017$.

I risultati ottenuti applicando l'indice NISECI mostrano una totale assenza di stazioni di stato ecologico Elevato (Classe I) e solamente 8 stazioni su 30 (26,67 %) risultano Buone (Classe II). Anche con questo indice la maggior parte delle stazioni, 12 su 30, sono state classificate Sufficienti (Classe III) e rappresentano circa il 40 % del totale. Sono state giudicate di stato Scadente (Classe IV) ben 6 stazioni (20%) e altre 4 (13,33%) sono state classificate di stato Pessimo (Classe V).

Se la Trota fario viene considerata parautoctona i risultati riportati dal NISECI cambiano solo in modo lieve. Le stazioni con stato ecologico Buono (Classe II) rimangono invariate. Aumenta il numero delle stazioni Sufficienti (Classe III), dal 40%

al 53,33 %, a discapito di quelle di stato ecologico Scadente (Classe IV) e Pessimo (Classe V) che diminuiscono rispettivamente dal 20 al 13,33% e dal 13,33 al 6,67%. In questo caso il $p\text{-value}$ è risultato = 0,045.

I risultati ottenuti applicando l'indice di Forneris mostrano una totale assenza di stazioni di stato ecologico Elevato (Classe I) e solamente 8 stazioni su 30 (26,67 %) risultano Buone (Classe II). La maggior parte delle stazioni, 15 su 30, sono state classificate Sufficienti (Classe III) e rappresentano circa il 50 % del totale. Una sola stazione (3,33%) è stata giudicata di stato Scadente (Classe IV) mentre ben 6 stazioni (20%) sono state classificate di stato Pessimo (Classe V).

Se la Trota fario viene considerata parautoctona i risultati riportati dall'Indice di Forneris cambiano moderatamente. Le stazioni con stato ecologico Buono (Classe II) rimangono costanti mentre aumentano quelle Sufficienti (Classe III) dal 50% al 53,33 %. Cala invece il numero delle stazioni considerate di stato Pessimo (Classe V) che si dimezzano, dal 20 al 10% mentre le stazioni giudicate Scadenti (Classe IV) aumentano dal 3,33 al 10%. In questo caso il confronto tra i risultati ha

CLASSE	ISECI	ISECI (Tf)	$\Delta\%$
Elevato	0,00%	0,00%	0,00%
Buono	26,67%	50,00%	-23,33%
Sufficiente	60,00%	43,33%	16,67%
Scadente	3,33%	3,33%	0,00%
Pessimo	10,00%	3,33%	6,67%

CLASSE	NISECI	NISECI (Tf)	$\Delta\%$
Elevato	0,00%	0,00%	0,00%
Buono	26,67%	26,67%	0,00%
Sufficiente	40,00%	53,33%	-13,33%
Scadente	20,00%	13,33%	6,67%
Pessimo	13,00%	6,67%	6,67%

CLASSE	I.I.	I.I. (Tf)	$\Delta\%$
Elevato	0,00%	0,00%	0,00%
Buono	26,67%	26,67%	0,00%
Sufficiente	50,00%	53,33%	-3,33%
Scadente	3,33%	10,00%	-6,67%
Pessimo	20,00%	10,00%	10,00%

Tab. 6, 7, 8. Variazione percentuale nell'attribuzione delle classi di qualità tra i 3 indici con Trota fario autoctona e lo stesso ma con Trota fario parautoctona.

riportato un p-value = 0,011.

Bisogna ricordare il fatto che la sottospecie *Salmo trutta fario* (anche quella di ceppo mediterraneo) viene sempre considerata alloctona dalle linee guida dell'Indice Ittico e le viene attribuito un Valore Intrinseco (V) = -1. È stato dunque deciso di considerare gli esemplari di trota fario campionati come se essi fossero esemplari di Trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*), specie considerata autoctona in tutto il distretto Padano - veneto, ai quali però viene attribuito un Valore Intrinseco minore (V=4).

Mettendo a confronto i risultati ottenuti tramite ISECI con quelli emersi invece utilizzando il nuovo indice NISECI si evince come questi ultimi siano significativamente peggiori rispetto ai primi (p-value = 0,024).

La percentuale di stazioni di livello Eccellente (Classe I) e Buono (Classe II) sono uguali in entrambi gli indici. Il numero delle stazioni di livello Sufficiente (Classe III) diminuisce passando dall'ISECI al NISECI dal 60% al 40%. Si osserva invece un incremento delle stazioni classificate negativamente (Classe IV e Classe V) che nell'ISECI rappresentano rispettivamente il 3,33% e 10%, mentre nella sua versione più recente costituiscono rispettivamente il 20% e il 13,33% della totalità dei siti campionati.

Dal confronto tra ISECI ed Indice Ittico invece emerge una differenza molto più moderata tra i due indici in cui il secondo risulta essere leggermente più severo rispetto al primo.

La percentuale di stazioni di livello Eccellente (Classe I), Buono (Classe II) e Scadente (Classe IV) sono uguali in entrambi gli indici. Il numero delle stazioni di livello Sufficiente (Classe

III) diminuisce passando dall'ISECI all'Indice Ittico, specificamente dal 60 al 50%. Si osserva invece un incremento delle stazioni classificate negativamente (Classe V) che nell'indice di Zerunian rappresentano il 10%, mentre nell'Indice di Forneris costituiscono il 20% della totalità dei siti campionati.

In questo caso non è stato possibile fare un confronto statistico per via della natura non standardizzata dei risultati riportati dall'Indice Ittico.

Infine il confronto tra i risultati ottenuti con i 3 indici con i 3 Giudizi Esperti mostra una notevole differenza tra le valutazioni relative alla qualità ecologica dei corsi analizzati determinati da tutti e 3 gli strumenti rispetto a quelli attribuiti dai ricercatori sulla base dell'esperienza. Tutti e 3 gli indici non hanno attribuito alcun giudizio eccellente (Classe I) e in tutti e tre i

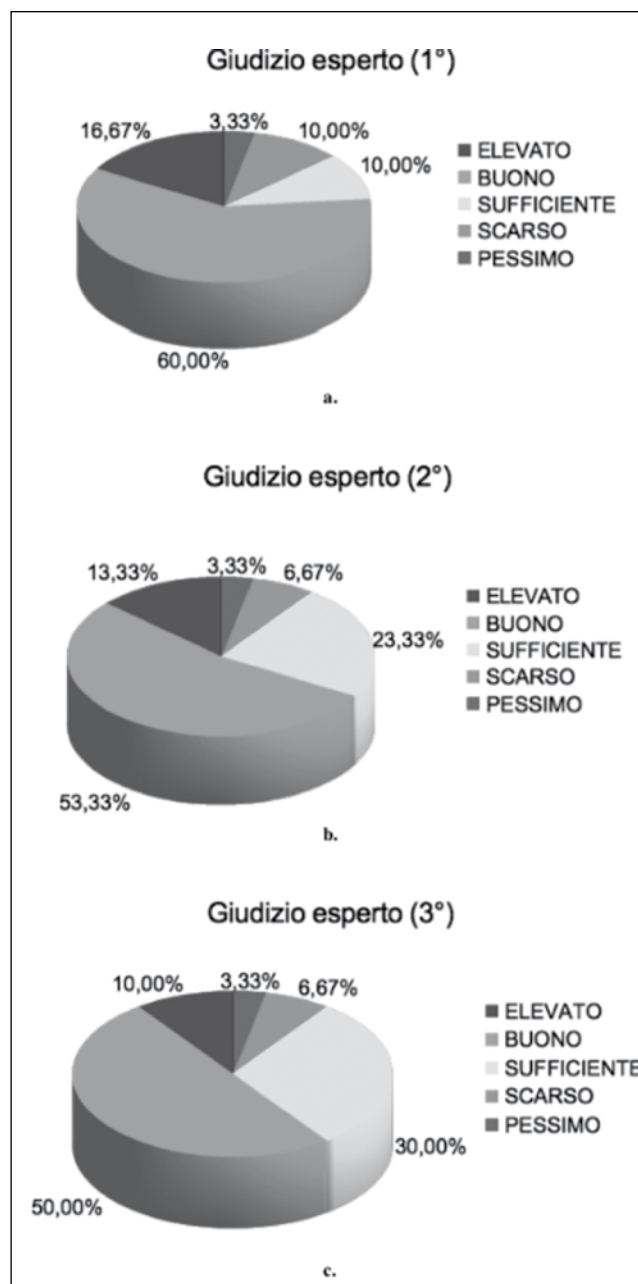


Fig. 4 a, b, c. Stato ecologico delle stazioni ittiche classificate tramite 3 "Giudizi Esperti".

casi il numero di stazioni classificate positivamente (Classe II) risulta sempre molto basso (26%). Al contrario secondo le 3 valutazioni esperte sono presenti diverse stazioni considerate in ottimo stato ambientale (16,67%; 13,33%; 10,00%) mentre le stazioni buone rappresentano la maggioranza dei siti analizzati (60,00%; 53,33%, 50,00%).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'applicazione dell'indice ISECI in questo studio ha messo in mostra quasi tutte le stesse problematiche già denunciate in passato in molti precedenti lavori. Ancora una volta la parte più critica è stata la definizione della comunità ittica di riferimento. Quella proposta dal documento ufficiale dell'ISECI (ZERUNIAN, 2009) si è dimostrata molto generica e imprecisa. Gran parte delle specie attese, alcune delle quali molto importanti ed influenti sul punteggio finale, sono risultate mancare completamente nei tratti considerati e ad oggi è praticamente impossibile pensare di trovarle ancora. Altre, come la Trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*), possiamo aspettarci di trovarle solo in alcune stazioni medio - appenniniche, mentre risulteranno sicuramente assenti in tratti più planiziali. È giusto ricordare come la tecnica ISECI consenta, in caso si riveli necessario, di modificare la comunità ittica attesa aggiungendo o rimuovendo alcune specie a seconda delle particolari caratteristiche locali dei corsi d'acqua. Tuttavia in questo caso, come in molti altri (es. AGOSTINI *et al.*, 2012), sarebbe stato necessario ricreare un quadro di riferimento completamente differente suddividendo i fiumi campionati in 3 aree zoogeografiche diverse sulla base delle caratteristiche geografiche ed idrologiche: medio - appenninica, collinare e planiziale, ciascuna caratterizzata da una specifica comunità ittica attesa. Inoltre la personalizzazione dell'indice determina una forte dipendenza dello stesso dall'esperienza e dalla valutazione del ricercatore, rendendolo quindi uno strumento molto soggettivo.

A questa problematica si deve aggiungere una notevole difficoltà incontrata durante l'attività di campionamento stessa e relativa all'identificazione di alcune specie ittiche rinvenute. In molti casi infatti è stato impossibile riuscire a riconoscere alcune specie sulla base delle sole caratteristiche morfologiche, così come richiesto dalle direttive dell'indice. Questo problema ha riguardato soprattutto alcuni individui potenzialmente ibridati e alcune specie aliene come il Barbo europeo (*Barbus barbus*). Per quanto riguarda il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI) sono state effettuate diverse migliorie che hanno portato all'eliminazione di alcune delle criticità proprie della sua versione precedente. In primo luogo è stato eliminato l'indicatore relativo alla presenza degli ibridi la cui identificazione su sola base morfologica è estremamente difficoltosa ed imprecisa. Dalla sua struttura inoltre, ed in particolare dalla sua applicazione e dai risultati ottenuti per ciascuna metrica, è emerso come il nuovo indice dia una maggiore importanza ai fini della valutazione finale alla presenza/assenza delle specie ittiche autoctone mentre al contrario diminuisca la rilevanza attribuita all'eventuale presenza di specie alloctone, ormai ampiamente presenti in quasi tutti i corsi d'acqua, e la cui presenza non sempre influenza in modo negativo lo stato

ecologico complessivo del fiume. Non è raro infatti imbattersi in stazioni caratterizzate dalla presenza di specie aliene, e quindi valutate negativamente dall'ISECI, le quali al contrario si dimostrano in ottime condizioni relativamente agli altri EQB (qualità dell'acqua, macrofite, macroinvertebrati).

La nuova strutturazione della metrica permette di valutare in modo meno negativo l'eventuale presenza di un numero limitato di specie aliene non invasive e di influenzare in modo importante il risultato finale solo nel caso in cui si osservi un numero molto elevato di queste o la presenza di specie invasive molto dannose per l'habitat fluviale. Il fatto che venga data una maggiore importanza alla presenza/assenza delle specie autoctone, invece, rende il NISECI ancora più dipendente dalle comunità ittiche attese le quali si sono dimostrate ancora una volta molto generiche e poco affidabili. Questo rende il NISECI un indice caratterizzato da un elevato grado di soggettività. Dai risultati ottenuti nei tre indici relativamente alla classificazione della Trota fario (*Salmo trutta fario*) emerge come l'ISECI sia fortemente influenzato da questa problematica, molto di più rispetto all'Indice Ittico e al NISECI che subiscono variazioni di minore entità nei giudizi finali. In particolare nel NISECI la differente classificazione della sottospecie fario sembra non incidere molto, principalmente a causa della minore importanza che viene data alla presenza delle specie aliene poco pericolose.

Il confronto tra i risultati ottenuti con i tre indici mostra che sia l'Indice Ittico sia il NISECI, nonostante le migliorie, sono strumenti generalmente molto più severi rispetto all'ISECI. Le valutazioni date da questi infatti sono nella maggior parte dei casi di una o di due classi di qualità inferiori rispetto ai giudizi attribuiti dall'indice ufficiale.

Le sostanziali differenze emerse dal confronto dei risultati ottenuti con i 3 indici e quelli attribuiti dai ricercatori mostra invece come nessuno degli strumenti utilizzati in questo studio riesca a descrivere in modo efficace l'effettiva condizione ecologica dei tratti fluviali presi in esame. Questi risultati dimostrano come, in questo specifico caso, gli indici ittici considerati risultino dei buoni strumenti per la valutazione dello stato biologico delle comunità ittiche ma non dello stato ecologico generale dei fiumi, come invece è richiesto dalla Direttiva quadro.

RINGRAZIAMENTI

Lo studio è stato svolto in parte nell'ambito del Progetto LIFE 13 NAT/IT/001129 "Barbie".

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI G., MAIO G., PARATI P., RAGUSA F. & TURIN P., 2012 - Prima esperienza di applicazione del nuovo indice di stato ecologico delle comunità ittiche (ISECI) ai corsi d'acqua della Regione Veneto. *Biologia Ambientale*, 26(2): 17-22.
- DIR. 2000/60/EC - Establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, L327, pp. 1-71.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M. & PEROSINO G.C., 2007a - Indice Ittico - I.I. *Biologia Ambientale*, 21(I): 43-60.

- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M. & PEROSINO G.C., 2007b - Indice Ittico http://www.crestsnc.it/natura/media/manuale_indice_ittico.pdf – <http://www.lifebarbie.eu/it/>
- MECATTI M., GUALTIERI M., CECCHI G. & GATTAI K., 2014 - Valutazione di Indici Ittici per la gestione delle acque interne della Provincia di Livorno. *It. J. Fresh. Ichthyol*, 2014(1): 81-86.
- MACCHIO S., ROSSI G., ROSSI G., DE BONIS S., BALZAMO S., MARTONE C., 2017 - *Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche*. ISPRA, Manuali e Linee Guida 159/2017.
- PIZZUL E., D'AIETTI A., DE MARCO N., ORLANDI C., ZANELLO A., ZORZA R., MATTASSI G., MORETTI V., BERTOLI M., 2014 - Applicazione dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI) in alcuni corpi idrici del Friuli Venezia Giulia. *It. Fresh. Ichthyol*, 2014(1): 92-97.
- POMPEI L., CAROSI A., COLABRESE D., FRANCHI E., GHETTI L., GIANNETTO D., LA PORTA G., PEDICILLO G., LORENZONI M., 2010 - *Applicazione dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI) nel bacino umbro del fiume Tevere*. XIII Congresso Nazionale A.I.I.A.D.
- POMPEI L., CAROSI A., COLABRESE D., FRANCHI E., GHETTI L., GIANNETTO D., LA PORTA G., PEDICILLO G. & LORENZONI M., 2011 - *Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI): limiti e criticità emerse dalla sua applicazione nel bacino umbro del fiume Tevere*. Seminario celebrativo CIBSA, 2011.
- ZERUNIAN S., GOLTARA A., SCHIPANI I. & BOZ B., 2009 - Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, 23 (2): 15-30.