

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA



FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE BIOLOGICHE

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA CELLULARE E AMBIENTALE
SEZIONE DI BIOLOGIA ANIMALE ED ECOLOGIA

Prima applicazione dell'Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI) nel bacino del fiume Tevere (Umbria, Italia).

Laureando

Giulio Morozzi

Relatore

Dott. Massimo Lorenzoni

Anno accademico 2009/2010

“L’acqua non è un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale” (Art. 1, Dir. 2000/60/CE).

Scopo della Direttiva è quello di istituire delle linee guida per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione e delle acque costiere e sotterranee in modo da raggiungere almeno lo stato ecologico

“Buono” entro il 2015



“livelli poco elevati di distorsione dovuti all’attività umana che si discostano solo lievemente da quelli di norma associati al tipo di corpo idrico superficiale inalterato”

Per la classificazione dello stato ecologico delle acque superficiali correnti, vengono individuati degli Elementi di Qualità Biologica (**EQB**), ovvero gruppi tassonomico-ecologici da prendere in considerazione nella valutazione dello stato ecologico: fitoplancton, flora acquatica, macroinvertebrati bentonici e fauna ittica.

ISECI

Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche
(Zerunian 2004, 2007; Zerunian et al. 2009)

Valuta lo scostamento tra la condizione ecologica del corso d'acqua esaminato rispetto alle **condizioni di riferimento** tenendo conto di due aspetti della fauna ittica:

- 1) la **naturalità delle comunità**: ricchezza di specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico e dall'assenza di specie aliene;
- 2) la **buona condizione delle popolazioni indigene**: capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive.

Il valore dell'indice si ottiene attraverso il calcolo di 5 indicatori principali, ognuno dei quali assume valori da 0 a 1, con peso diverso in funzione della loro importanza relativa:

f_1 : PRESENZA DI SPECIE INDIGENE (p=0.3)

valuta la presenza delle specie ittiche campionate rispetto alla comunità ittica attesa in condizioni di riferimento.

Al fine di individuare la comunità ittica attesa il territorio nazionale è stato suddiviso in 9 zone eseguendo due principali divisioni:



1) su base zoogeografica:
distribuzione delle specie primarie
(Bianco, 1987 modificato da
Zerunian, 2002)

2) su base ecologica: suddivisione
longitudinale di un corso d'acqua

Zone zoogeografico-ecologiche	REGIONI
→	REGIONE PADANA
I	ZONA DEI SALMONIDI
II	ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA
III	ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA
→	REGIONE ITALICO-PENINSULARE
IV	ZONA DEI SALMONIDI
V	ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA
VI	ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA
→	REGIONE DELLE ISOLE
VII	ZONA DEI SALMONIDI
VIII	ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA
IX	ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA

1 ZONA DEI SALMONIDI DELLA REGIONE PADANA

Salmo (trutta) trutta (ceppo mediterraneo), *Salmo (trutta) marmoratus*, *Thymallus thymallus*, *Phoxinus phoxinus*, *Cottus gobio*.

2 ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA DELLA REGIONE PADANA

Leuciscus cephalus, *Leuciscus souffia muticellus*, *Phoxinus phoxinus*, ***Chondrostoma genei***, *Gobio gobio*, *Barbus plebejus*, *Barbus meridionalis caninus*, *Lampetra zanandreae*, *Anguilla anguilla*, *Salmo (trutta) marmoratus*, *Sabanejewia larvata*, *Cobitis taenia bilineata*, *Barbatula barbatula* (limitatamente alle acque del Trentino-Alto Adige e del Friuli-Venezia Giulia), *Padogobius martensii*, *Knipowitschia punctatissima* (limitatamente agli ambienti di risorgiva, dalla Lombardia al Friuli-Venezia Giulia).

3 ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA DELLA REGIONE PADANA

Rutilus erythrophthalmus, *Rutilus pigus*, *Chondrostoma soetta*, *Tinca tinca*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Alburnus alburnus alborella*, *Leuciscus cephalus*, *Cyprinus carpio*, *Petromyzon marinus* (stadi giovanili), *Acipenser naccarii* (almeno stadi giovanili), *Anguilla anguilla*, *Alosa fallax* (stadi giovanili), *Cobitis taenia bilineata*, *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Gasterosteus aculeatus*, *Syngnathus abaster*.

4 ZONA DEI SALMONIDI DELLA REGIONE ITALICO-PENINSULARE

Salmo (trutta) trutta (ceppo mediterraneo, limitatamente all'Appennino settentrionale), *Salmo (trutta) macrostigma* (limitatamente al versante tirrenico di Lazio, Campania, Basilicata e Calabria), *Salmo fibreni* (limitatamente alla risorgiva denominata Lago di Posta Fibreno).

5 ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA DELLA REGIONE ITALICO-PENINSULARE

Leuciscus souffia muticellus, *Leuciscus cephalus*, *Rutilus rubilio*, *Alburnus albidus* (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), *Barbus plebejus*, *Lampetra planeri* (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Lazio, Campania e Basilicata; nel versante adriatico solo nel bacino dell'Aterno-Pescara), *Anguilla anguilla*, *Cobitis taenia bilineata*, *Gasterosteus aculeatus*, *Salaria fluviatilis*, *Gobius nigricans* (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Umbria e Lazio).

6 ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA DELLA REGIONE ITALICO-PENINSULARE

Tinca tinca, *Scardinius erythrophthalmus*, *Rutilus rubilio*, *Leuciscus cephalus*, *Alburnus albidus* (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), *Cyprinus carpio*, *Petromyzon marinus* (stadi giovanili), *Anguilla anguilla*, *Alosa fallax* (stadi giovanili), *Cobitis taenia bilineata*, *Esox lucius*, *Gasterosteus aculeatus*, *Syngnathus abaster*.

7 ZONA DEI SALMONIDI DELLA REGIONE DELLE ISOLE

Salmo (trutta) macrostigma.

8 ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA DELLA REGIONE DELLE ISOLE

Anguilla anguilla, *Gasterosteus aculeatus*, *Salaria fluviatilis*.

9 ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA DELLA REGIONE DELLE ISOLE

Cyprinus carpio, *Petromyzon marinus* (stadi giovanili), *Anguilla anguilla*, *Gasterosteus aculeatus*, *Alosa fallax* (stadi giovanili), *Syngnathus abaster*.

f_2 : CONDIZIONE BIOLOGICA DELLE POPOLAZIONI INDIGENE ($p=0.3$)

Questo indicatore viene diviso in due sottoindicatori che valutano per ciascuna specie indigena due aspetti:

$f_{2,1}$

struttura in classi di età



$f_{2,2}$

consistenza demografica

- ✓ ben strutturata
- ✓ mediamente strutturata
- ✓ destrutturata

- ✓ pari a quella attesa
- ✓ intermedia
- ✓ scarsa

f_3 : PRESENZA DI IBRIDI ($p=0.1$)

Eventuale presenza di ibridi tra individui indigeni e alloctoni appartenenti ai generi *Salmo*, *Thymallus*, *Esox*, *Barbus* e *Rutilus*.

f_4 : PRESENZA DI SPECIE ALIENE (p=0.2)

Presenza di specie aliene a diverso impatto ambientale.

Le specie esotiche presenti in Italia sono state suddivise in tre liste di riferimento secondo il loro grado di nocività e in relazione al loro impatto sull'ittiofauna indigena.

Grado di nocività	Liste delle specie
Elevato	1. <i>Silurus glanis</i> , <i>Aspius aspius</i> .
Medio	2. <i>Rutilus rutilus</i> , <i>Abramis brama</i> , <i>Blicca bjoerkna</i> , <i>Carassius carassius</i> , <i>Carassius auratus</i> , <i>Chondrostoma nasus</i> , <i>Rhodeus sericeus</i> , <i>Pseudorasbora parva</i> , <i>Pachychilon pictum</i> , <i>Barbus barbus</i> , <i>Barbus graellsii</i> , <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , <i>Ameiurus melas</i> , <i>Ameiurus nebulosus</i> , <i>Ictalurus punctatus</i> , <i>Clarias gariepinus</i> , <i>Salmo (trutta) trutta</i> (ceppo atlantico), <i>Salvelinus fontinalis</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> , <i>Oncorhynchus kisutch</i> , <i>Thymallus thymallus</i> (ceppo danubiano), <i>Gambusia holbrooki</i> , <i>Sander lucioperca</i> , <i>Gymnocephalus cernuus</i> , <i>Micropterus salmoides</i> , <i>Lepomis gibbosus</i> , <i>Rutilus erythrophthalmus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Alburnus alburnus alborella</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Chondrostoma genei</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Gobio gobio</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Perca fluviatilis</i> (Regione Italice-peninsulare e Regione delle Isole), <i>Padogobius martensii</i> (Regione Italice-peninsulare).
Moderato	3. <i>Acipenser transmontanus</i> , <i>Anguilla rostrata</i> , <i>Ctenopharyngodon idellus</i> , <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> , <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> , <i>Coregonus lavaretus</i> , <i>Coregonus oxyrinchus</i> , <i>Odontheistes bonariensis</i> , <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Rutilus rubilio</i> (Regione Padana e Regione delle Isole), <i>Rutilus pigus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Chondrostoma soetta</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Barbus meridionalis caninus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Sabanejewia larvata</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Thymallus thymallus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Pomatoschistus canestrini</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Knipowitschia panizzae</i> (Regione Italice-peninsulare).

f_5 : PRESENZA DI SPECIE ENDEMICHE (p=0.1)

Numero di specie endemiche rapportate al numero di specie endemiche attese nelle condizioni di riferimento.

➤ Il valore finale dell'ISECI è dato dalla somma pesata dei valori dei 5 indicatori principali e sarà, in ultima analisi, espresso da un numero compreso tra 0 e 1 che rappresenta lo stato di qualità complessivo del corso d'acqua.

Classi di qualità	Valore dell'ISECI (F)	Giudizio di qualità	Colore
I	$0,8 < F \leq 1$	Elevato	Blu
II	$0,6 < F \leq 0,8$	Buono	Verde
III	$0,4 < F \leq 0,6$	Sufficiente	Giallo
IV	$0,2 < F \leq 0,4$	Scarso	Arancione
V	$0 < F \leq 0,2$	Cattivo	Rosso

OBIETTIVO:

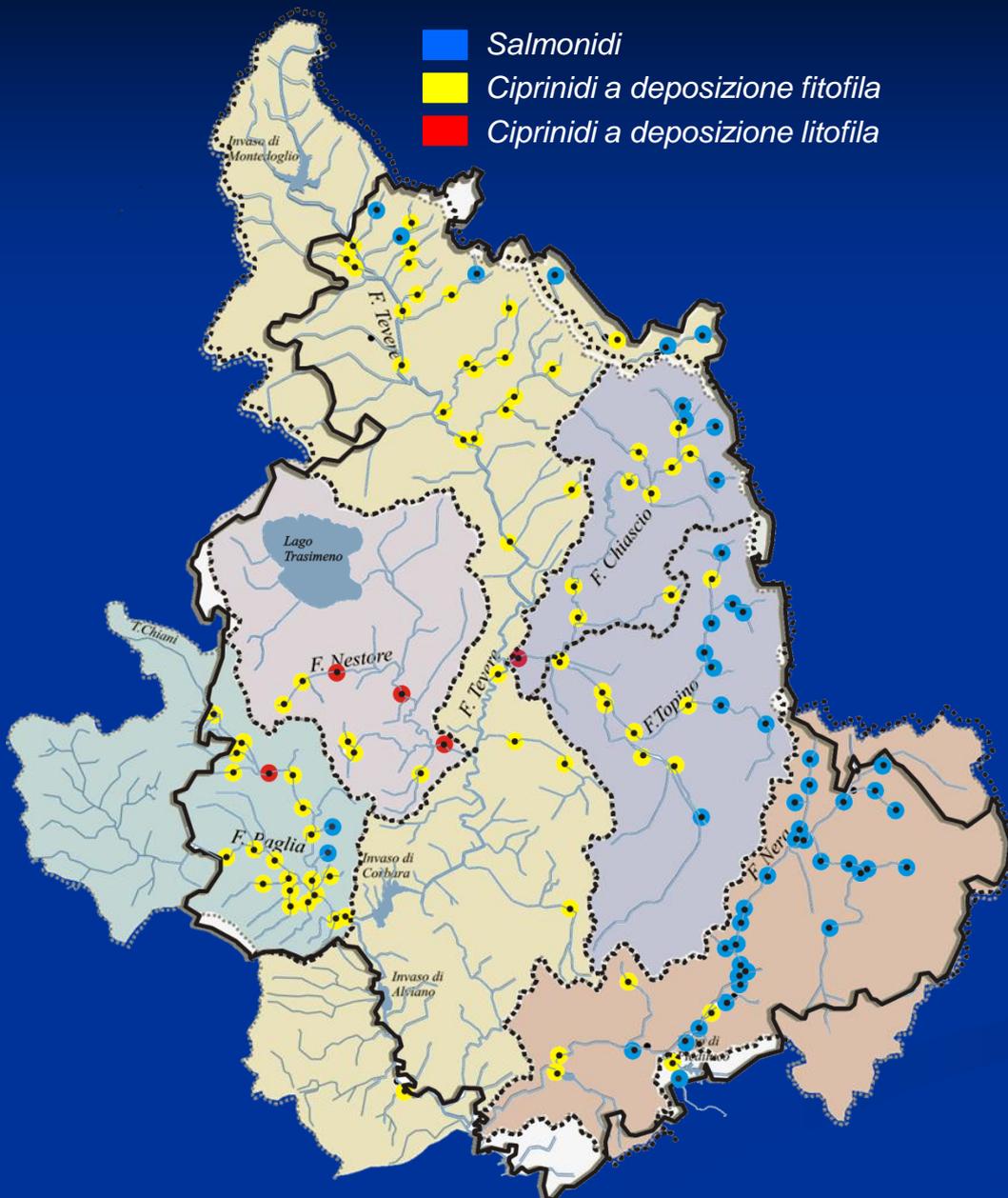
Applicare l'Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche nella porzione umbra del bacino idrico del fiume Tevere.

Questa prima sperimentazione permetterà di:

- Testare e validare l'Indice, mettendo in evidenza vantaggi e svantaggi del metodo proposto.
- Confrontare i risultati con quelli ottenuti nelle altre regioni italiane.
- Contribuire al percorso di adeguamento del Paese alle richieste della Direttiva Acque.

AREA INDAGATA

Materiali e metodi



Bacino	N stazioni
Chiascio-Topino	30
Nera	37
Nestore	8
Paglia	23
Tevere	35
Totale	133

Lo studio è stato condotto utilizzando i dati raccolti per la stesura della Carta Ittica Regionale dell'Umbria nel periodo compreso tra il 2005 ed il 2010 in 133 stazioni di campionamento dislocate nei 5 sottobacini.

Visualizza Grafico

Esporta Risultati

Codice Stazione:

Data:

Zona zoogeo-ecologica:

Comunità ittica di riferimento - lista specie indigene:

[Modifica lista delle specie](#) [Help](#)

Specie	Nome	Presenza	Struttura	Demografia
Anguilla anguilla	Anguilla	<input checked="" type="checkbox"/>	mal strutturata	scarsa
Barbus plebejus	Barbo del Po	<input checked="" type="checkbox"/>	mal strutturata	scarsa
Salaria fluviatilis	Cagnetta	<input type="checkbox"/>		
Leuciscus cephalus	Cavedano	<input checked="" type="checkbox"/>	ben strutturata	pari attesa
Cobitis taenia bilineata	Cobite comune	<input checked="" type="checkbox"/>	mal strutturata	scarsa
Gobius nigricans	Ghiozzo di ruscello	<input checked="" type="checkbox"/>	mal strutturata	scarsa
Rutilus rubilio	Rovella	<input checked="" type="checkbox"/>	ben strutturata	scarsa
Gasterosteus aculeatus	Spinarello	<input type="checkbox"/>		
Leuciscus souffia muticellus	Vairone	<input type="checkbox"/>		

Note:

presenza carpa

Numero altre Specie campionate:

Lista specie aliene:

[Modifica lista delle specie](#) [Help](#)

Specie	Nome	Presenza	Struttura
Alburnus alburnus alborella	Alborella	<input checked="" type="checkbox"/>	ben strutturata
Barbus barbus	Barbo del Danubio	<input checked="" type="checkbox"/>	destrutturata
Carassius auratus	Carassio dorato	<input checked="" type="checkbox"/>	destrutturata
Padogobius martensii	Ghiozzo padano	<input type="checkbox"/>	
Chondostroma genei	Lasca	<input type="checkbox"/>	
Ameiurus melas	Pesce gatto	<input checked="" type="checkbox"/>	ben strutturata
Pseudorasbora parva	Pseudorasbora	<input checked="" type="checkbox"/>	destrutturata
Rhodeus sericeus	Rodeo	<input checked="" type="checkbox"/>	destrutturata

Presenza di ibridi

Calcola ISECI

Valore di f1: specie indigene
 Valore di f2: condizione biologica
 Valore di f3: ibridazione
 Valore di f4: specie aliene
 Valore di f5: specie endemiche

ISECI:

CLASSE: **II - Stato Buono**

CONFRONTO TRA METODI:

EBI (Ghetti, 1986)

Si basa sulla ricchezza in specie della comunità di macroinvertebrati e sulla loro diversa sensibilità agli inquinanti. È il metodo attualmente più utilizzato per il giudizio sulla qualità dell'acqua.

GIUDIZIO ESPERTO

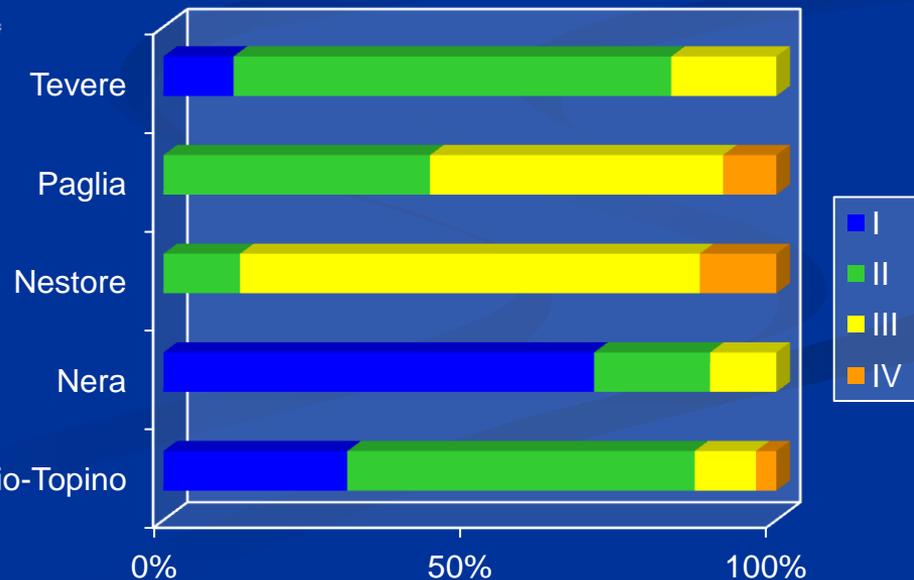
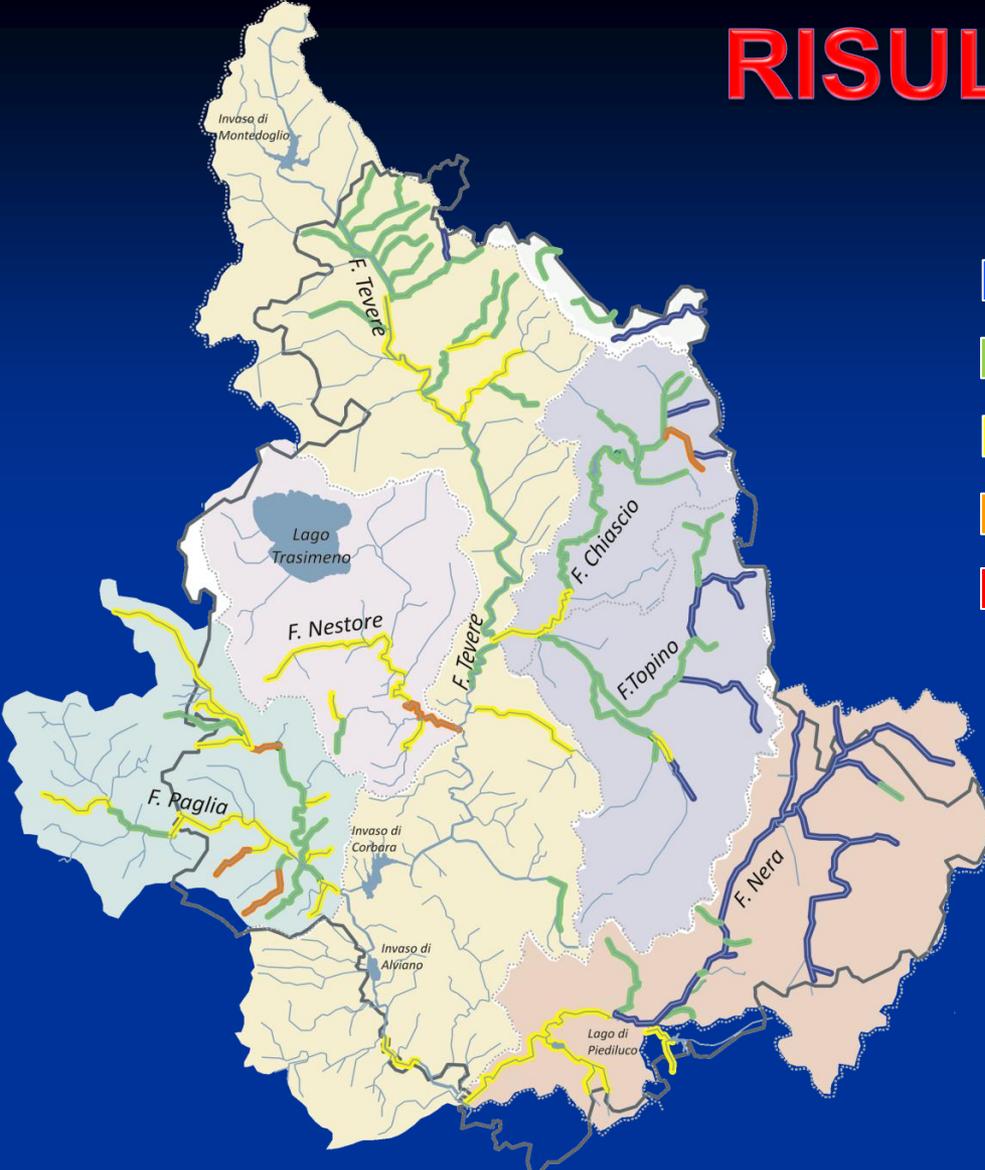
Valutazione riferita allo stato ecologico generale del corso d'acqua: prende in considerazione, oltre che la composizione e l'abbondanza dei popolamenti ittici, una serie di parametri abiotici (caratteri morfologici, idraulici, chimico-fisici).

Entrambi gli indici sono stati espressi con dei giudizi di qualità ambientale riconducibili a 5 classi qualitative, che possono essere così comparate con quelle ottenute con l'ISECI.

RISULTATI

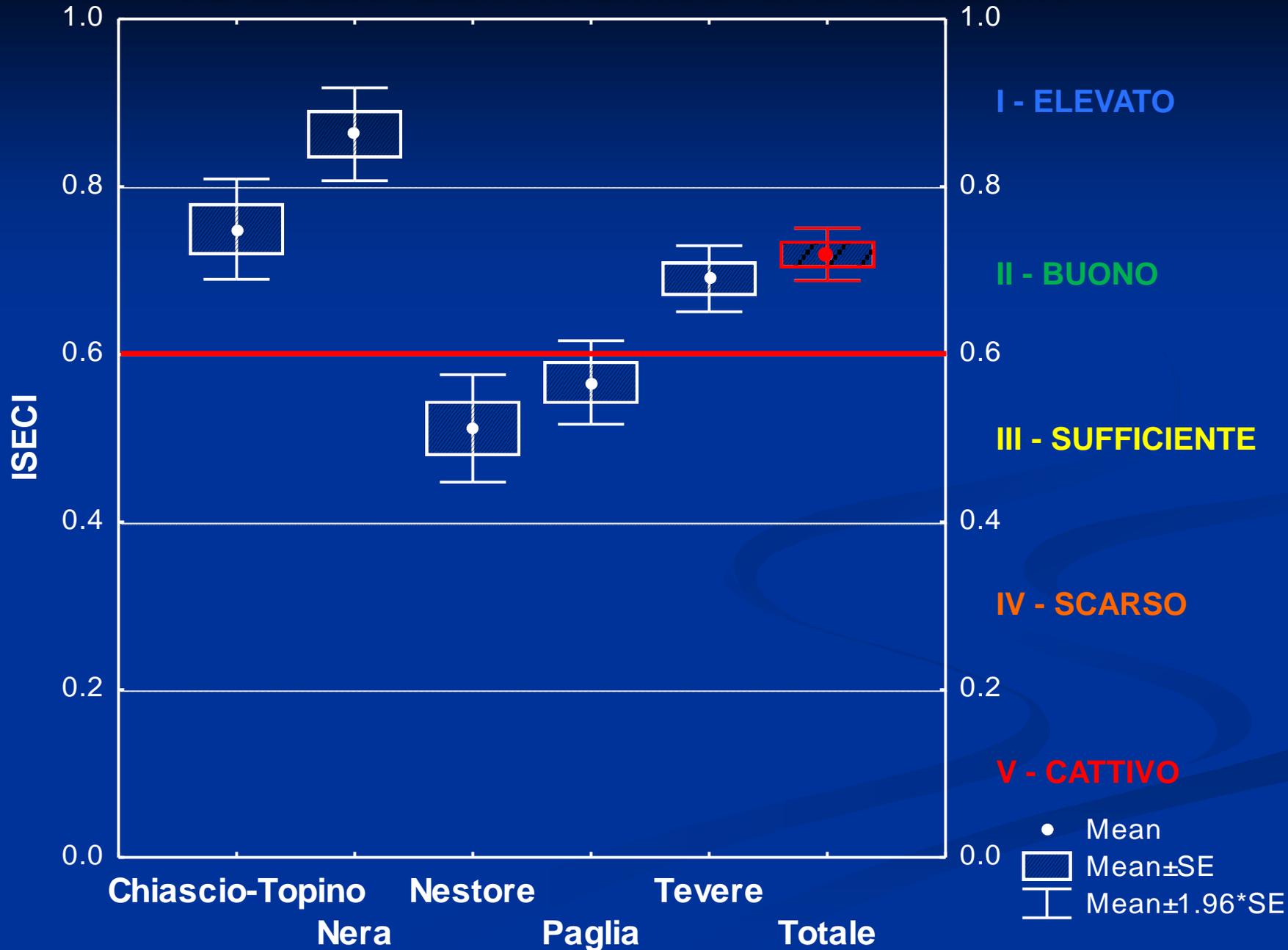
Giudizi di qualità

- "Elevato" (29.32%)
- "Buono" (45.11%)
- "Sufficiente" (22.56%)
- "Scarso" (3.01%)
- "Cattivo" (0.00%)



Giudizi di qualità ecologica ottenuti attraverso il calcolo dell'ISECI nei singoli bacini

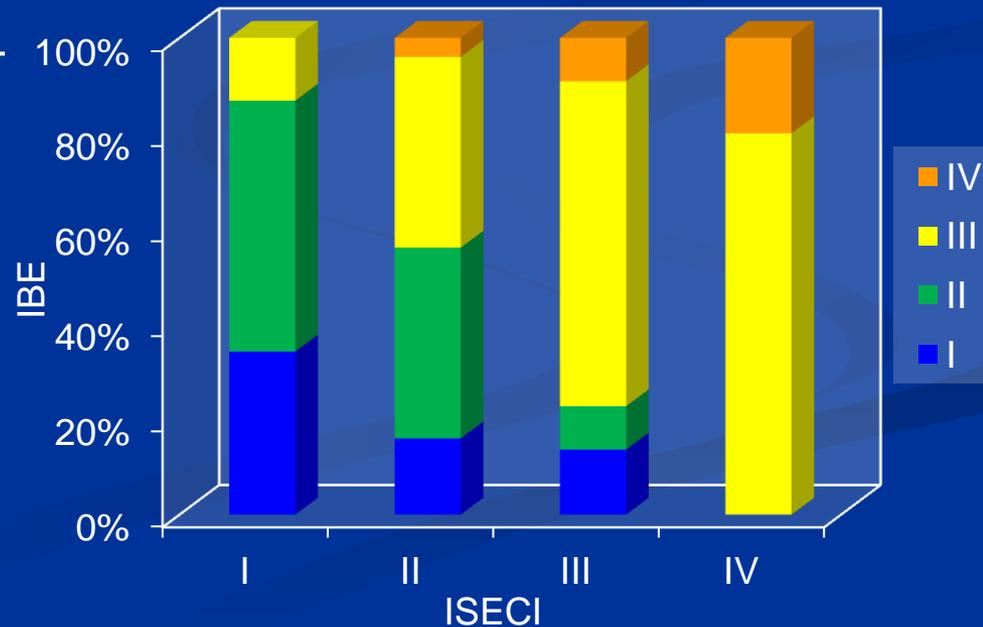
ISECI: confronto tra bacini



		IBE					
ISECI		I	II	III	IV	V	Totale
I	N	13	20	5	-	-	38
	%	34.21	52.63	13.16	-	-	100.00
II	N	8	20	20	2	-	50
	%	16.00	40.00	40.00	4.00	-	100.00
III	N	3	2	15	2	-	22
	%	13.64	9.09	68.18	9.09	-	100.00
IV	N	-	-	4	1	-	5
	%	-	-	80.00	20.00	-	100.00
V	N	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-
Totale	N	24	42	44	5	-	115
	%	20.87	36.52	38.26	4.35	-	100.00

Alta variabilità dei risultati

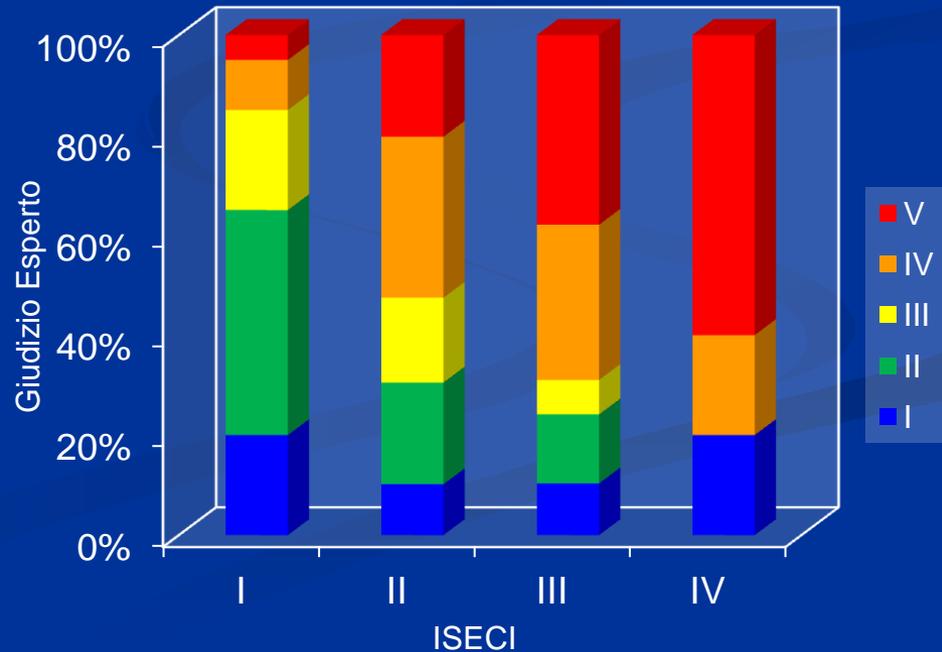
Il grafico spiega come ad ogni classe qualitativa ottenuta con l'ISECI corrispondano vari giudizi dell'IBE, contraddistinti dal corrispettivo colore del giudizio di qualità.



		Giudizio Esperto					
ISECI		I	II	III	IV	V	Tot
I	N	8	18	8	4	2	40
	%	20.00	45.00	20.00	10.00	5.00	100.00
II	N	6	12	10	19	12	59
	%	10.17	20.34	16.95	32.20	20.34	100.00
III	N	3	4	2	9	11	29
	%	10.34	13.79	6.90	31.03	37.93	100.00
IV	N	1	-	-	1	3	5
	%	20.00	-	-	20.00	60.00	100.00
V	N	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-
Tot	N	18	34	20	33	28	133
	%	13.53	25.56	15.04	24.81	21.05	100.00

Il grafico spiega come ad ogni classe qualitativa ottenuta con l'ISECI corrispondano vari giudizi del Giudizio Esperto, contraddistinti dal corrispettivo colore del giudizio di qualità.

Il grado di concordanza è in genere molto basso, con la possibilità che ad una data classe di qualità ecologica ottenuta mediante l'ISECI si possa associare la più ampia variabilità del Giudizio Esperto.



CONCLUSIONI

- Circa il 75% della rete idrografica umbra soddisfa quanto richiesto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.
- Situazione migliore: fiume **Nera**, dove oltre il 70% delle stazioni campionate sono risultate in uno stato di qualità “Elevato”.



- ✓ integrità della comunità ittica indigena (f_1)
- ✓ naturale vocazione salmonicola del corso d'acqua: è presente una comunità monospecifica, rappresentata dall'autoctona trota fario, che coincide con la comunità ittica attesa
- ✓ scarsa presenza di specie aliene, come testimoniato dall'alto valore dell'indicatore f_4 (0.95).

➤ Condizione intermedia: bacini del **Chiascio-Topino** e del **Tevere**, dove la maggior parte delle stazioni ricade nella seconda classe di qualità (stato “Buono”):



- ✓ diminuzione dell'integrità della comunità ittica attesa: minore presenza di specie indigene (f_1) e peggioramento della loro condizione biologica (f_2)

➤ Situazione peggiore: bacini del **Nestore** e **Paglia** dove la maggior parte delle stazioni appartiene alla terza classe, corrispondente ad un giudizio “Sufficiente”:



- ✓ scarsa integrità delle comunità ittiche indigene e scarsa consistenza demografica e strutturale

CONFRONTO TRA METODI

Conclusioni

Evidenti discordanze sui giudizi di qualità espressi da
ISECI, IBE e Giudizio Esperto

Anche se ogni indice risponde in modo autonomo a tipi diversi di pressioni antropiche, per un corso d'acqua classificato come Elevato dall'ISECI, IBE e Giudizio Esperto arrivano ad esprimere pareri molto negativi.



Reale difficoltà dell'ISECI di evidenziare i
diversi gradi di compromissione ambientale di
alcuni settori fluviali

VANTAGGI

- Metodo di facile e veloce utilizzo.
- Metodo specificatamente tarato sulla realtà italiana.
- Possibilità di apportare modifiche dopo la fase di sperimentazione: viene auspicata dagli autori stessi la possibilità di cambiare alcuni aspetti dell'Indice per renderlo più affidabile.

SVANTAGGI

- Poco oggettivo
 - ✓ non sono indicati in modo rigoroso criteri per giudicare alcuni aspetti qualitativi, come la struttura e l'abbondanza delle popolazioni;
 - ✓ l'attribuzione dei pesi dei singoli indicatori è effettuata in modo arbitrario.
- Rigidità delle liste delle comunità ittiche attese, che non sempre corrispondono pienamente alla relativa zona zoogeografica o che tralasciano specie di indubbia importanza ecologica.
- Problema del riconoscimento degli ibridi: per ottenere un valore più attendibile dell'indicatore f_3 sarebbe necessario effettuare analisi genetiche, ma ciò renderebbe l'Indice estremamente complicato dal punto di vista applicativo
- Sovrastima della qualità ambientale: l'ISECI non ha in nessun caso fornito un giudizio ecologico "Cattivo".



Necessità di una fase di sperimentazione più lunga ed una più accurata validazione per il pieno utilizzo dell'indice ISECI come indicatore dello stato ecologico dei corsi d'acqua in Italia.