



INHABIT

‘Local hydro-morphology, habitat and RBMPs: new measures to improve ecological quality in South European rivers and lakes’

**La fauna ittica come indicatore:
valutazione dello stato ecologico, accuratezza e
incertezza nella classificazione**

www.life-inhabit.it



Paolo Sala, Pietro Volta

30-10-2013



Introduzione

Water Framework Directive 2000/60/EC -> fauna ittica: **Elemento di Qualità Biologica (EQB)** per la **valutazione dello stato ecologico dei bacini lacustri**. Da considerare *“composizione, abbondanza e struttura di età”*.

Composizione, abbondanza e struttura delle comunità ittiche:

Presenza e distribuzione spaziale = processi su scala spaziale e temporale + caratteristiche biologiche ed ecologiche delle specie (Rahel 1986; Marshall & Ryan 1987; Gibson & Headrich 1988; Jackson & Hervey 1989; Personn 1997; Tammi *et al.* 2003, Volta *et al.* 2011).

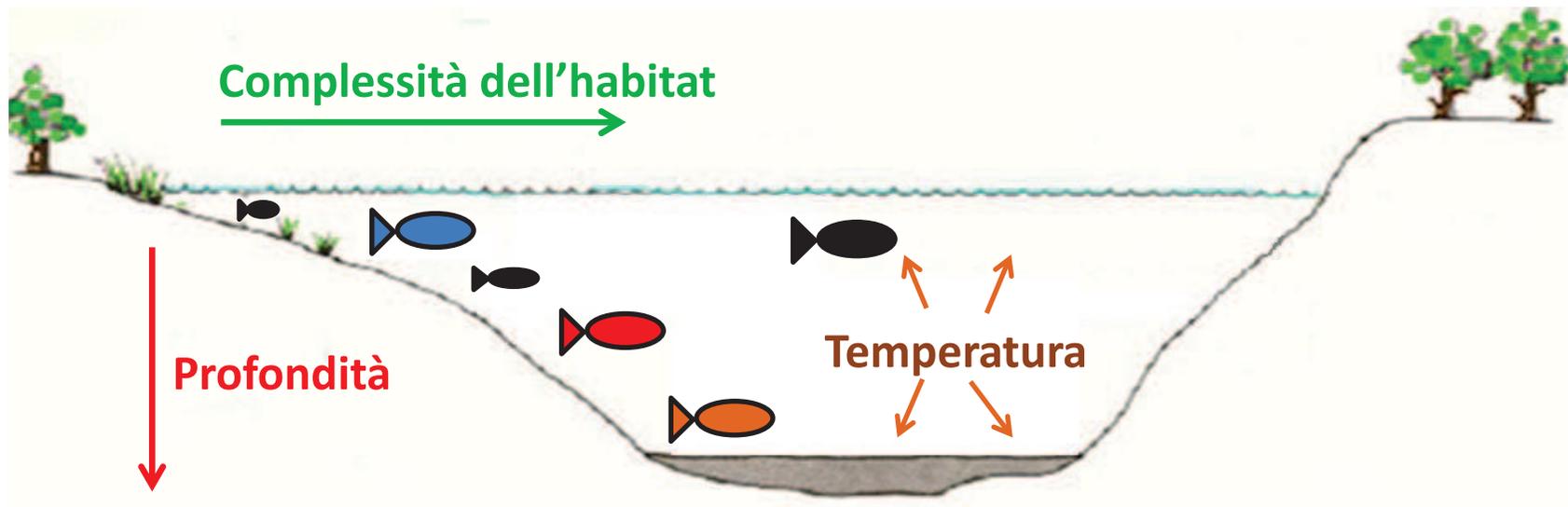
Servono metodologie di campionamento che consentano di indagare i diversi habitat e di catturare tutte le specie presenti, riducendo al contempo la variabilità dovuta alla distribuzione spaziale della fauna ittica che normalmente non è omogenea.



Distribuzione spaziale

I pesci non sono distribuiti in modo casuale: la distribuzione può variare in base:

- alle diverse *profondità* (specie-specifica, ontogenesi)
- alla luminosità (notte-giorno)
- alla complessità dell'*habitat*
- alle *stagioni* e alla *temperatura* dell'acqua





Scopo del lavoro

Variabilità spaziale campionamento



Variabilità classificazione stato ecologico dei laghi
Lake Fish Index (Volta *et al.*, 2011)

Robustezza *Lake Fish Index* e sue metriche



Ottimizzazione degli sforzi richiesti nei monitoraggi ambientali: miglior compromesso tra sforzo di campionamento, rappresentatività del campione e robustezza della classificazione



Lake Fish index (LFI): (indice ufficiale per classificazione dello stato della fauna ittica nei laghi)

E' un indice multi-metrico e si basa su:

- Tipizzazione dei bacini lacustri mediante una ricostruzione storica della composizione in specie
- Definizione (per ogni tipologia lacustre) di associazioni faunistiche caratteristiche: specie chiave e tipo specifiche--> comunità di riferimento
- Metodo di campionamento standardizzato (ISO/CEN)

Utilizzando:

- 5 METRICHE che considerano la composizione, le abbondanze e la struttura di taglia (quale proxy della struttura di età)



Lake Fish index (LFI)

PUNTEGGI						
	METRICHE	10	8	6	4	2
1	Abbondanza delle specie "chiave"(sforzo di pesca totale)	41-99	7-40	1-6/100-250	segnalata negli ultimi 5 anni o 251-300	non segnalata negli ultimi 5 anni o >400
2	Struttura della popolazione (specie chiave, indice PSD)	35-65		25-34/65-75		<25/>75
3	Successo riproduttivo (specie chiave + tipo-specifiche)	>80%	80%-66%	65%-51%	50%-25%	<25%
4	% diminuzione (specie chiave + tipo-specifiche)	<20%	20%-40%	41%-60%	61%-80%	>80%
5	% numero di specie alloctone	<20%	20%-40%	41%-60%	61%-80%	>80%

EQR	STATO ECOLOGICO
0.83-1.0	Elevato
0.65-0.82	Buono
0.40-0.64	Moderato/Sufficiente
0.2-0.39	Scarso
<0.2	Pessimo



Metodologie di campionamento (APAT, 2007)

(<http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/metodi-biologici-acque/laghi-fauna.pdf>)

CAMPIONAMENTO:

- non esiste un metodo “migliore” di altri
- nessun metodo è esaustivo
- ogni metodo ha una selettività specifica
- occorre integrare più metodi di campionamento

FONDAMENTALE:

1. Relativa facilità di esecuzione
2. Standardizzazione e ripetibilità al fine di ottenere confrontabilità dei dati e dei risultati



Il campionamento: Tecniche e strumenti

Reti multimaglia: bentiche e mesopelagiche



Elettropesca



CAMPIONAMENTO ESAUSTIVO



Elettropesca

- permette di avere un quadro delle specie presenti nella zona litorale e di catturare quelle meno vagili
- viene eseguita secondo la metodologia PASE (*Point Abundance Sampling Electrofishing*)
- è un metodo di campionamento puntuale (circa 100 punti per lago)
- in lago viene condotta mediante l'utilizzo di un'imbarcazione (in alcuni casi anche dalla riva)



Elettropesca

Il punto di campionamento deve essere scelto a priori in base a due criteri:

1. la distanza tra un punto di campionamento e l'altro dovrebbe essere omogenea e quindi uguale a circa $1/100$ ($1/n^{\circ}$ totale punti) del lago
2. ogni tipologia di ambiente lacustre (substrato roccioso, fangoso, sabbioso, zona a canneto, rami sommersi, etc..) deve essere campionata comunque, eventualmente aumentando i punti di campionamento



Elettropesca

La cosiddetta “*pesca elettrica*” si basa sull’utilizzo di due elettrodi (**anodo +** e catodo -) collegati ad un generatore, i quali una volta immersi nell’acqua, generano un campo elettrico nel quale la corrente (continua) si propaga lungo le linee di forza del campo, con una differenza di potenziale che tende a diminuire dall’**anodo** verso il catodo.





Reti multimaglia



Rete branchiale: il pesce nuota attivamente verso la rete; la testa passa ma resta inevitabilmente immagliato nella regione opercolare.

Pesca selettiva: la taglia del pesce catturato è funzione della dimensione della maglia.



Reti multimaglia

Metodo: passivo

Periodo di campionamento: dal luglio ad ottobre

Disposizione lungo la colonna d'acqua: n° reti per n° strati a seconda di quanto riportato dal protocollo in relazione a superficie e profondità max. del bacino lacustre

Distribuzione spaziale: casuale

Posa: dalla barca, vengono piombate e fissate ad un apposito galleggiante numerato

Tempo di posa: generalmente 12 ore (min. 10.5; max. 13.5), posate al tramonto e salpate all'alba

Marking: ogni rete viene geo-referenziata mediante gps



Area del lago	Strato della colonna d'acqua	Profondità massima (m)						
		<6	da 6 a 11,9	da 12 a 19,9	da 20 a 34,9	da 35 a 49,9	da 50 a 75	>75
<0,2 km ²	<3m	4	3	4	4	3		
	da 3 a 5,9	4	3	4	3	3		
	da 6 a 11,9		2	4	3	3		
	da 12 a 19,9			4	3	3		
	da 20 a 34,9				3	2		
	da 35 a 49,9					2		
	TOTALE	8	8	16	16	16		
da 0,20 a 0,50 km ²	<3m	4	5	5	5	5		
	da 3 a 5,9	4	6	5	5	5		
	da 6 a 11,9		5	3	5	6		
	da 12 a 19,9			3	5	6		
	da 20 a 34,9				4	6		
	da 35 a 49,9					4		
	TOTALE	8	16	16	24	32		
da 0,51 a 1 km ²	<3m	8	8	7	7	7	7	
	da 3 a 5,9	8	8	7	7	7	7	
	da 6 a 11,9		8	5	9	7	10	
	da 12 a 19,9			5	6	4	4	
	da 20 a 34,9				3	4	4	
	da 35 a 49,9					3	4	
da 50 a 75						4		
	TOTALE	16	24	24	32	32	40	
da 1,01 a 2,5 km ²	<3m	8	8	8	7	7	7	
	da 3 a 5,9	8	8	8	7	7	7	
	da 6 a 11,9		8	8	10	10	6	
	da 12 a 19,9			8	8	6	6	
	da 20 a 34,9				8	6	6	
	da 35 a 49,9					4	4	
da 50 a 75						4		
	TOTALE	16	24	32	40	40	40	
da 2,51 a 10 km ²	<3m	12	11	10	10	10	10	10
	da 3 a 5,9	12	11	10	10	10	10	10
	da 6 a 11,9		10	10	10	10	10	10
	da 12 a 19,9			10	10	8	8	10
	da 20 a 34,9				8	6	8	5
	da 35 a 49,9					4	6	5
da 50 a 75						4	4	
> 75							4	
	TOTALE	24	32	40	48	48	56	56
da 10,01 a 50 km ²	<3m	12	11	10	10	10	10	10
	da 3 a 5,9	12	11	10	10	10	10	10
	da 6 a 11,9		10	10	12	12	10	10
	da 12 a 19,9			10	12	9	10	10
	da 20 a 34,9				12	9	10	10
	da 35 a 49,9					6	10	6
da 50 a 75						4	4	
> 75							4	
	TOTALE	24	32	40	56	56	64	64

- Quante reti utilizzare?
- A quale profondità?

Il numero di reti da utilizzare varia in funzioni di due fattori:

1. La superficie del lago
2. La profondità massima



Reti multimaglia

Rete bentica

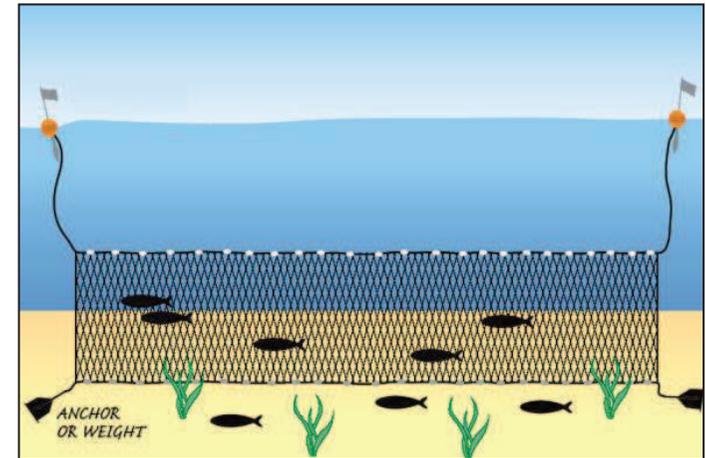
Lunghezza: 30 m

Altezza : 1.5 m

N° pannelli : 12 da 2.5 m

Maglie: da 5 mm a 55 mm

Posizione: casuale



Rete mesopelagica

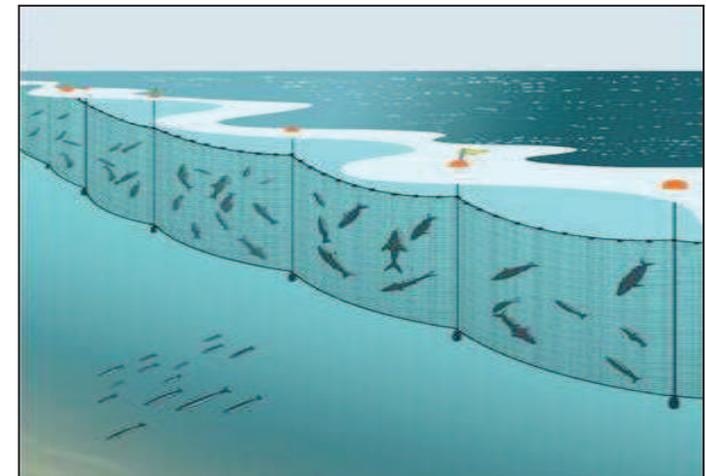
Lunghezza: 27.5 m

Altezza : 6.0 m

N° pannelli : 11 da 2.5 m

Maglie: da 6.25 mm a 55 mm

Posizione: punto più profondo del lago





I laghi del progetto INHABIT

Lago	Regione	Tipologia	Reti multimaglia	Elettropesca
Avigliana	Piemonte	Lago	X	X
Bidighinzu	Sardegna	Invaso	X	X
Candia	Piemonte	Lago	X	X
Liscia	Sardegna	Invaso	X	X
Mergozzo	Piemonte	Lago	X	X
Morasco	Sardegna	Invaso	X	-
Posada	Sardegna	Invaso	X	X
Serrù	Piemonte	Invaso	X	-
Sirio	Piemonte	Lago	X	X
Sos canales	Sardegna	Invaso	X	-
Viverone	Piemonte	Lago	X	X



I 5 laghi studiati

	Mergozzo (gruppo 1: laghi profondi nord-ovest)	Avigliana, Candia, Viverone, Sirio (gruppo 3: laghi poco profondi)
Specie chiave	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello,	Luccio, Scardola, Tinca
Specie tipo-specifiche	Alborella, Cavedano, Carpa, Luccio, Pesce persico, Scardola, Tinca, Triotto, Trota	Alborella, Carpa, Pesce persico



LFI nei 5 laghi studiati

Laghi	m1	m2	m3	m4	m5	Tot	Giudizio
Avigliana	0.53	0.20	0.80	1.0	0.80	0.67	Buono
Candia	0.40	0.33	0.60	0.80	0.80	0.59	Sufficiente
Mergozzo	0.73	0.80	0.0	1.0	0.80	0.67	Buono
Sirio	0.33	0.67	0.06	0.8	1.0	0.56	Sufficiente
Viverone	0.53	0.33	0.80	1.0	0.80	0.69	Buono

EQR	STATO ECOLOGICO
0.83-1.0	Elevato
0.65-0.82	Buono
0.40-0.64	Moderato/Sufficiente
0.2-0.39	Scarso
<0.2	Pessimo



Variabilità

L'effetto della variabilità spaziale sulla variabilità della classificazione e la robustezza dell'indice sono stati valutati applicando il LFI a diverse combinazioni di dati:

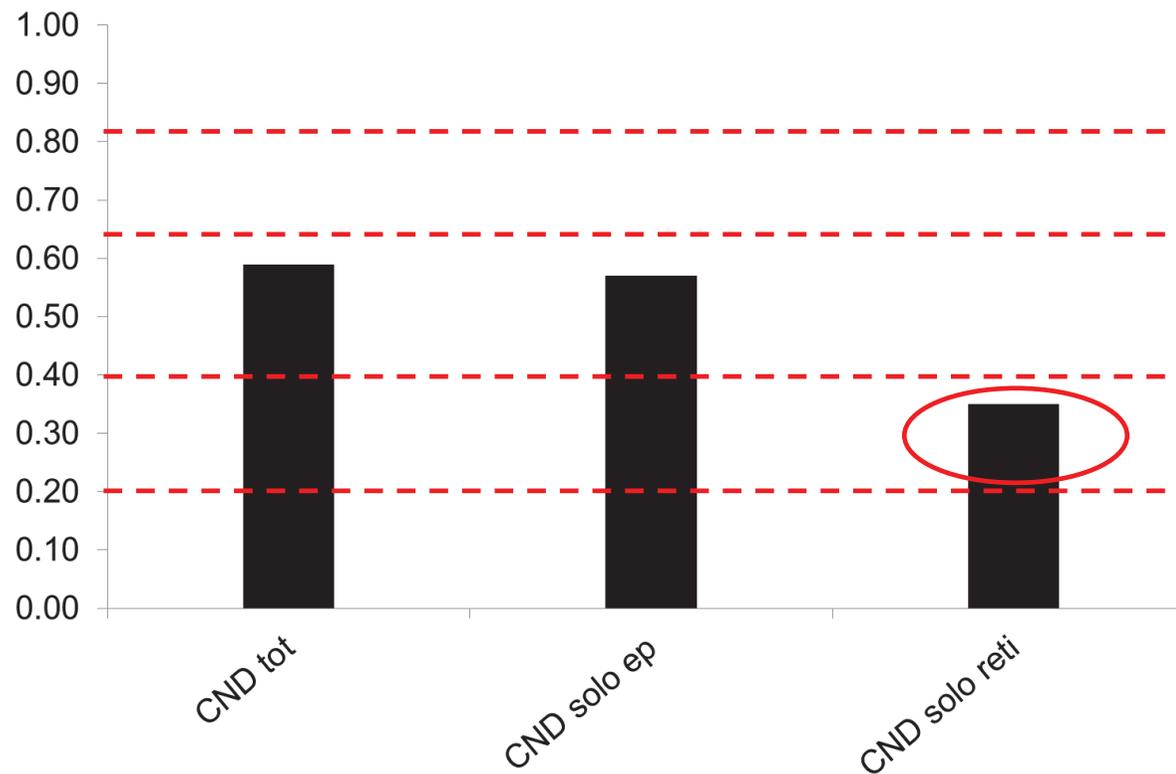
diverse combinazioni strumenti = diversa variabilità spaziale

Codice combinazione	Comparto lacustre campionato	Combinazione strumenti di campionamento
Tot	Litorale, litorale e sublitorale, pelagico	Metodologia standard (elettropesca, reti multimaglie bentiche e pelagiche)
Solo ep	Litorale	Utilizzo della sola elettropesca
Solo reti	Litorale e sublitorale, pelagico	Utilizzo delle reti bentiche e pelagiche
Rmf+ep+rmp (0-6)	Litorale, litorale e sublitorale, pelagico superficiale	Utilizzo dell'elettropesca, delle reti bentiche e della sola rete pelagica (0-6 m)
Rmf+ep	Litorale, litorale e sublitorale,	Utilizzo delle sole reti bentiche e dell'elettropesca (tutte le pelagiche escluse)
Ep+rmp	Litorale, pelagico.	Utilizzo dell'elettropesca e delle sole reti pelagiche (tutte le bentiche escluse)



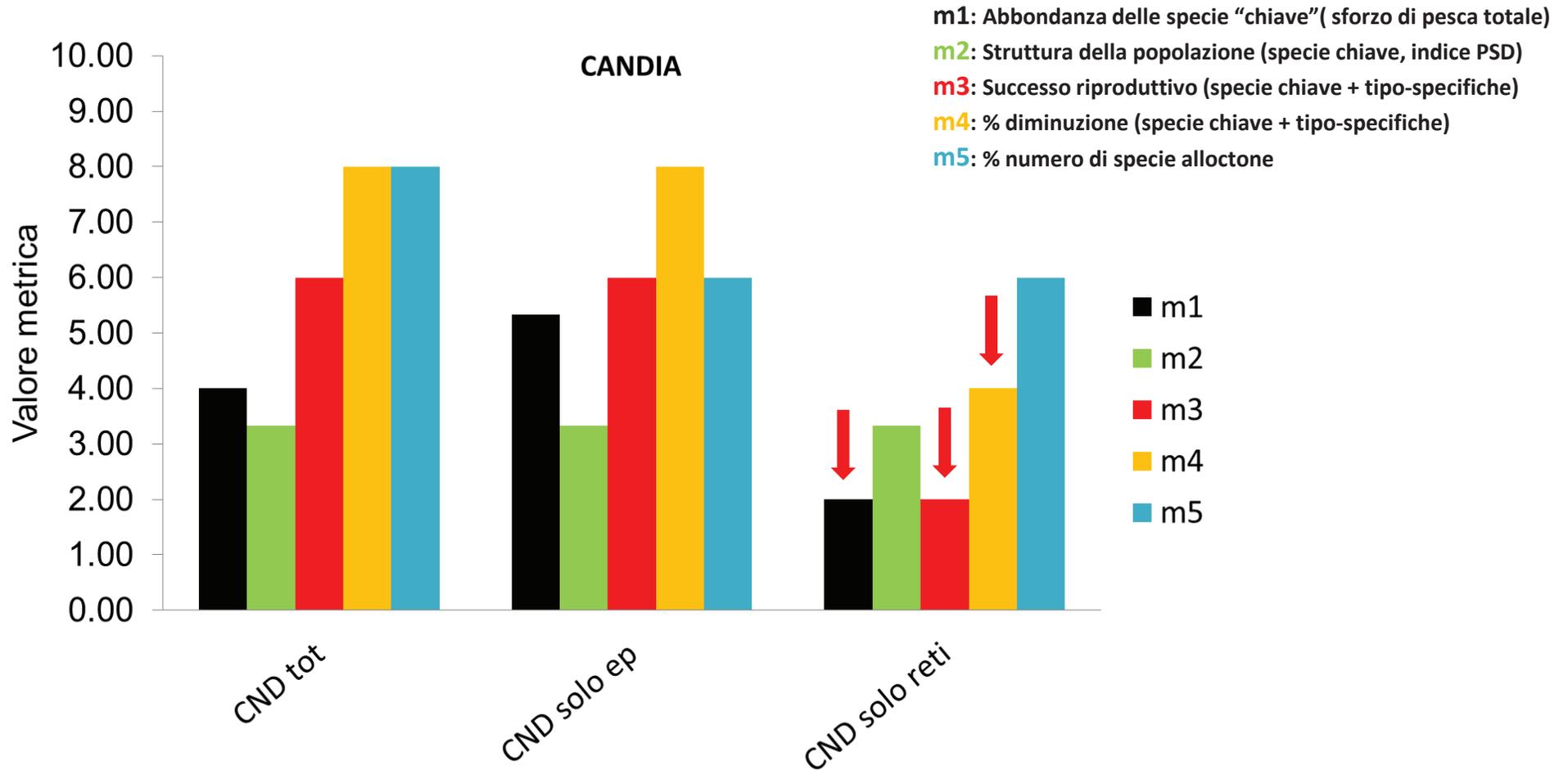
Risultati – variabilità: lago di Candia

1) **Valutazione dello strumento di campionamento** (elettropesca o reti multimaglia bentiche e pelagiche) in grado di alterare la classe di stato ecologico.



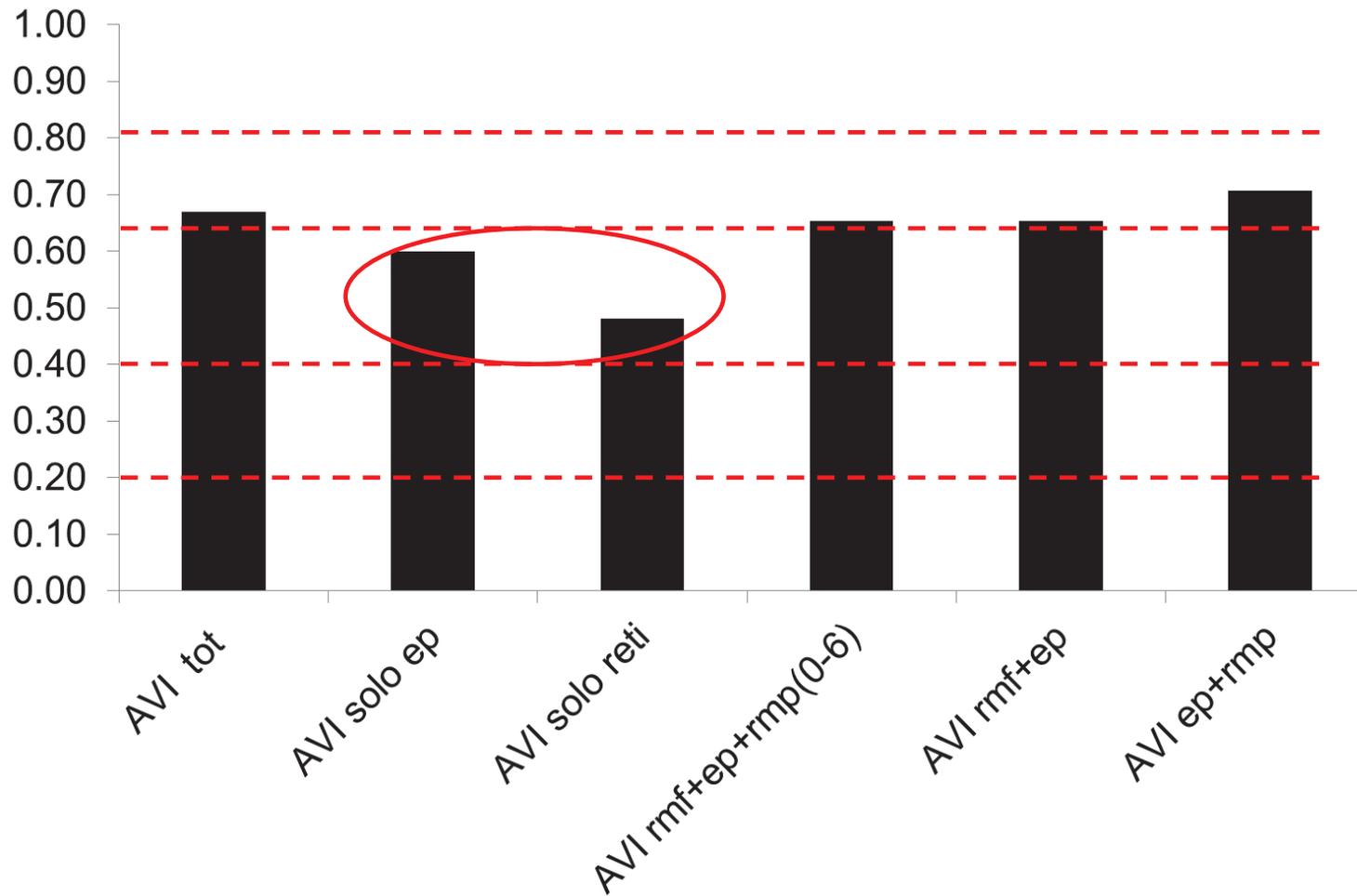


Risultati – variabilità: Lago di Candia



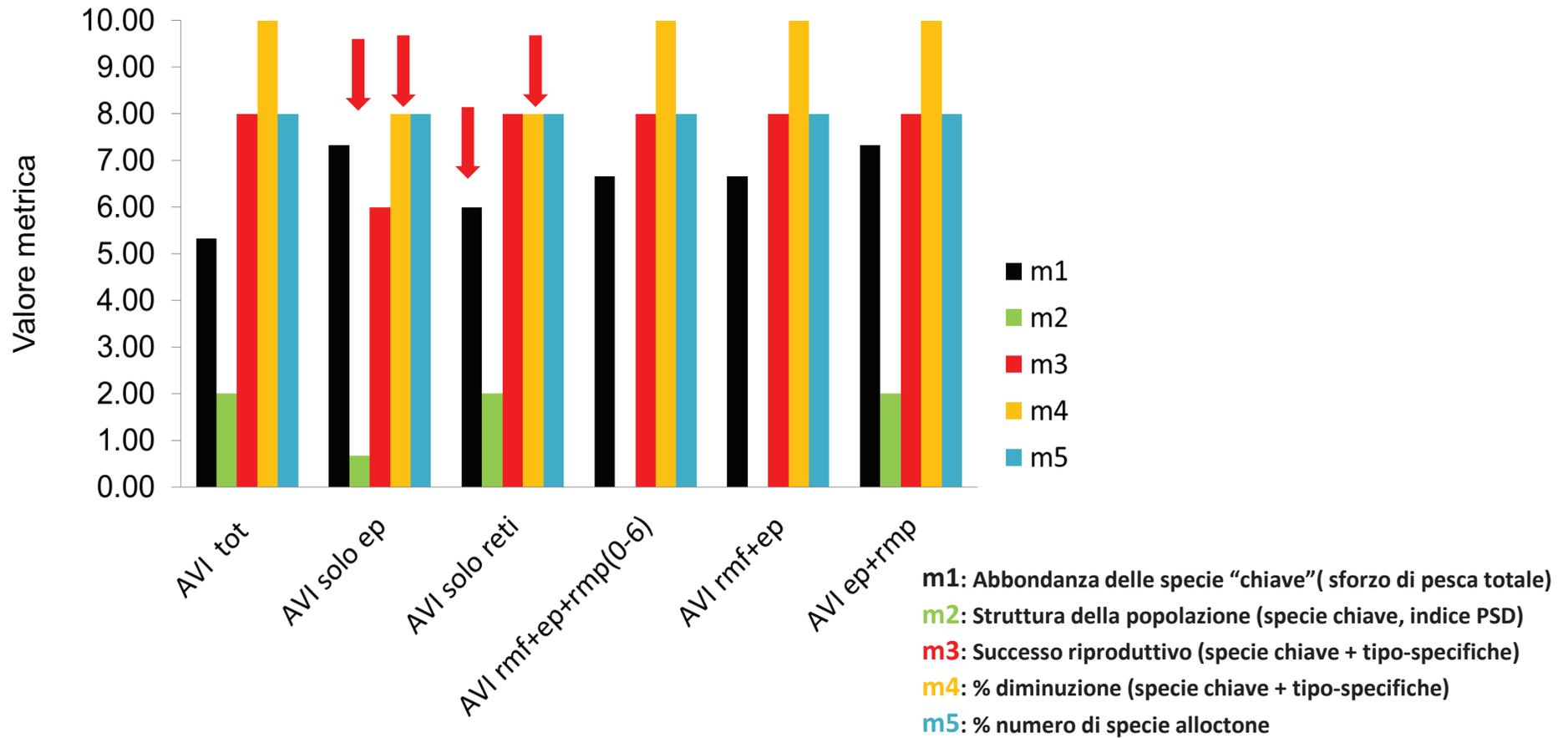


Risultati – variabilità: Lago di Avigliana



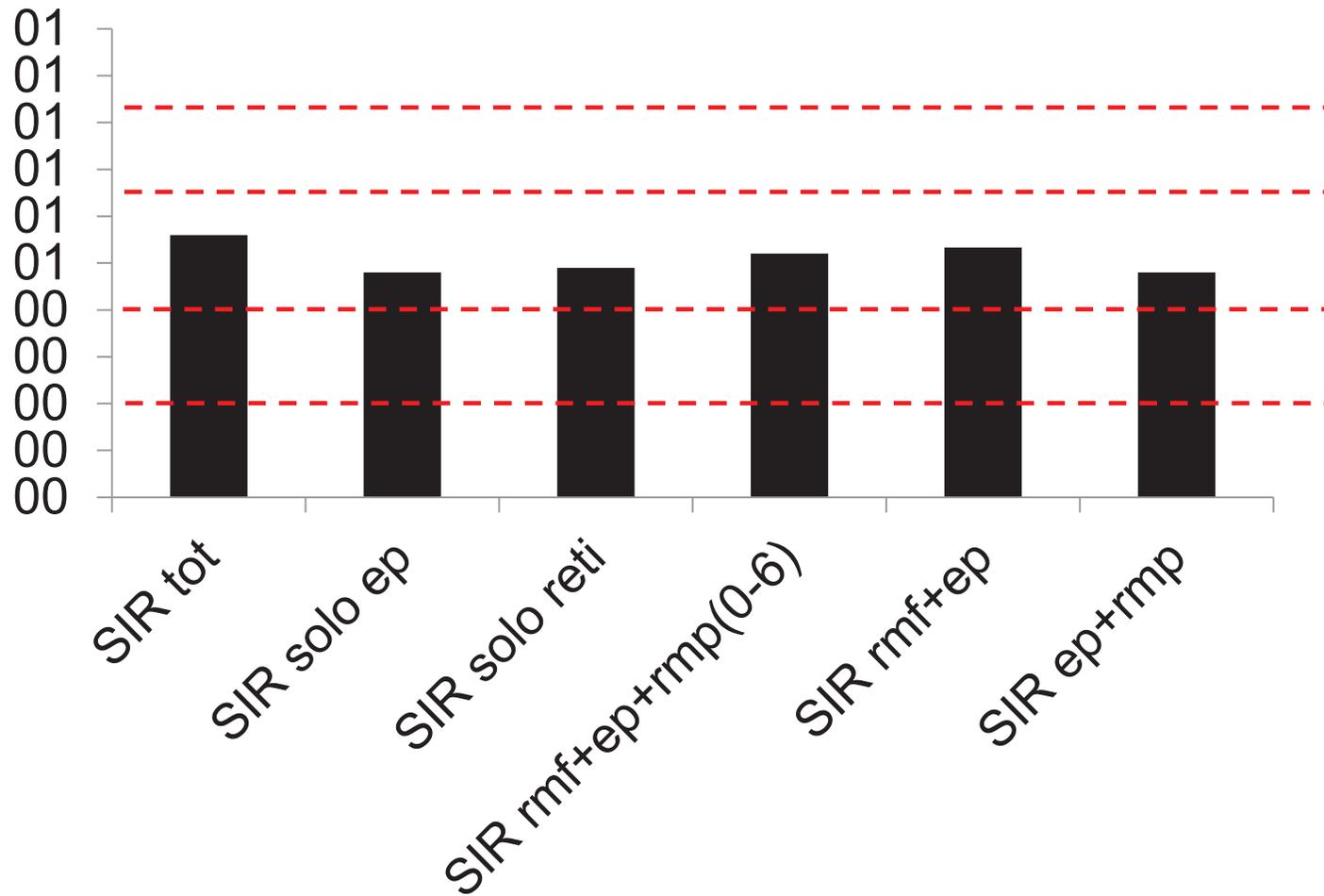


Risultati – variabilità: Lago di Avigliana



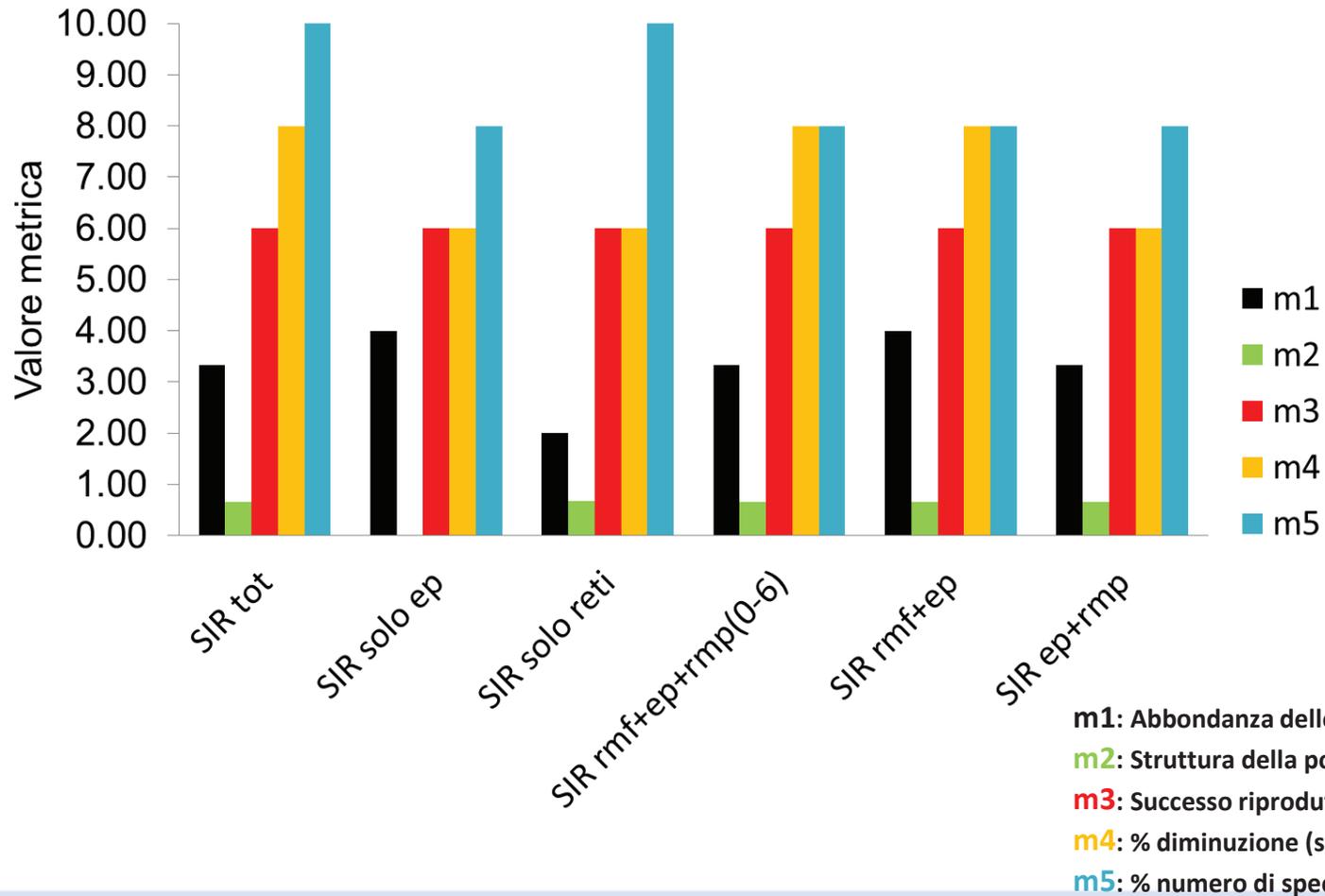


Resultati – variabilità: Lago Sirio



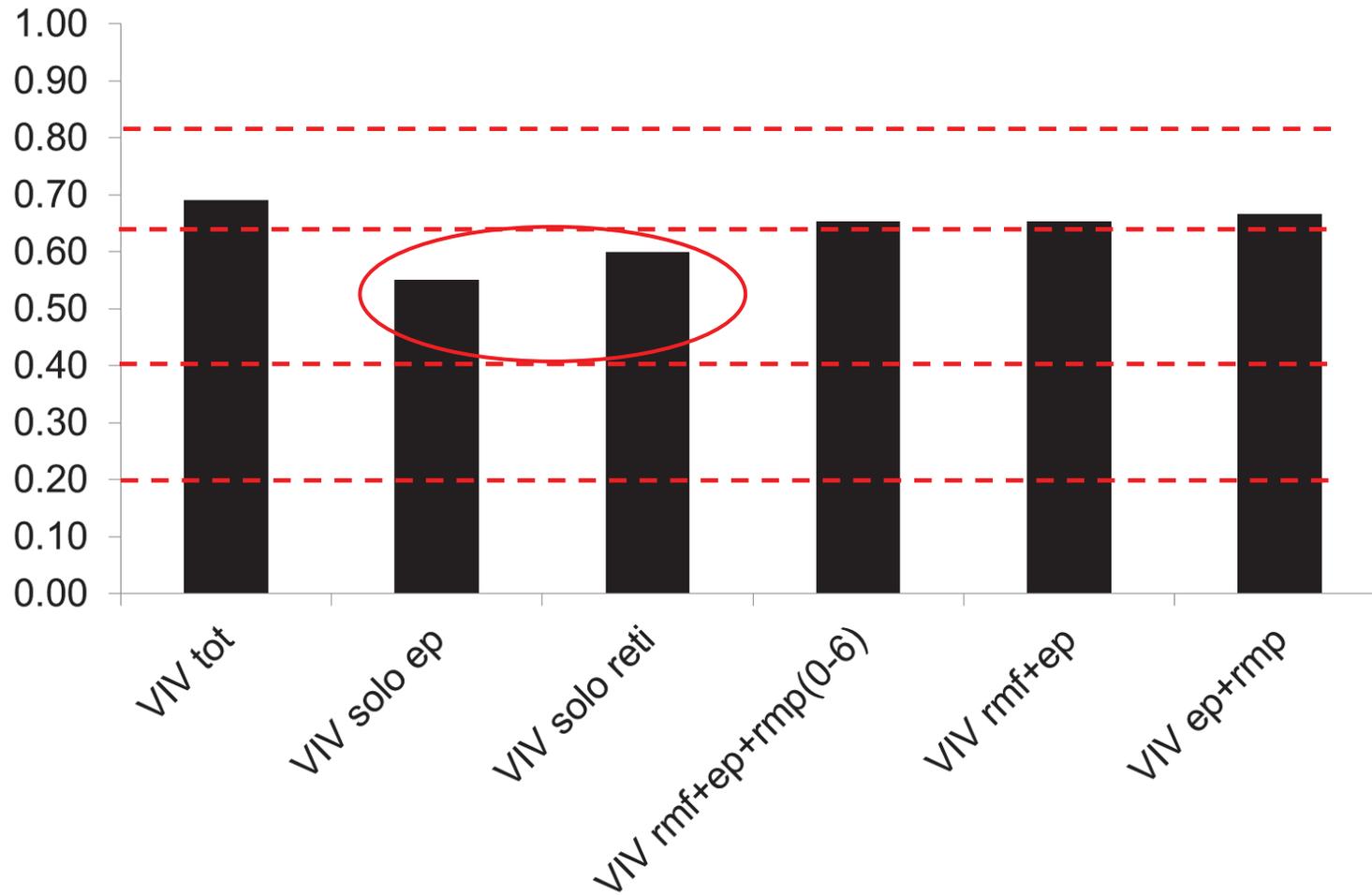


Risultati – variabilità: lago Sirio



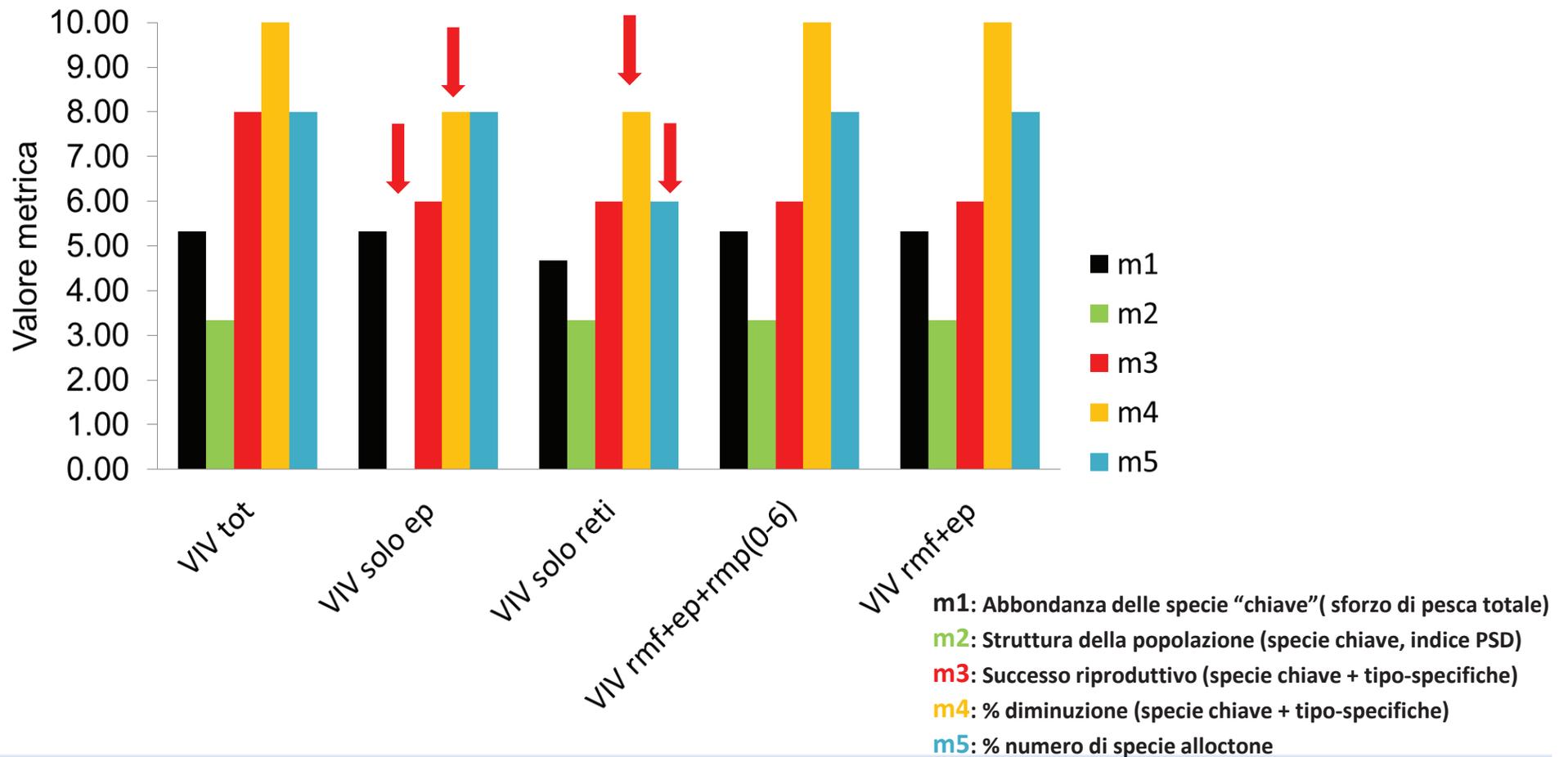


Risultati – variabilità: lago di Viverone



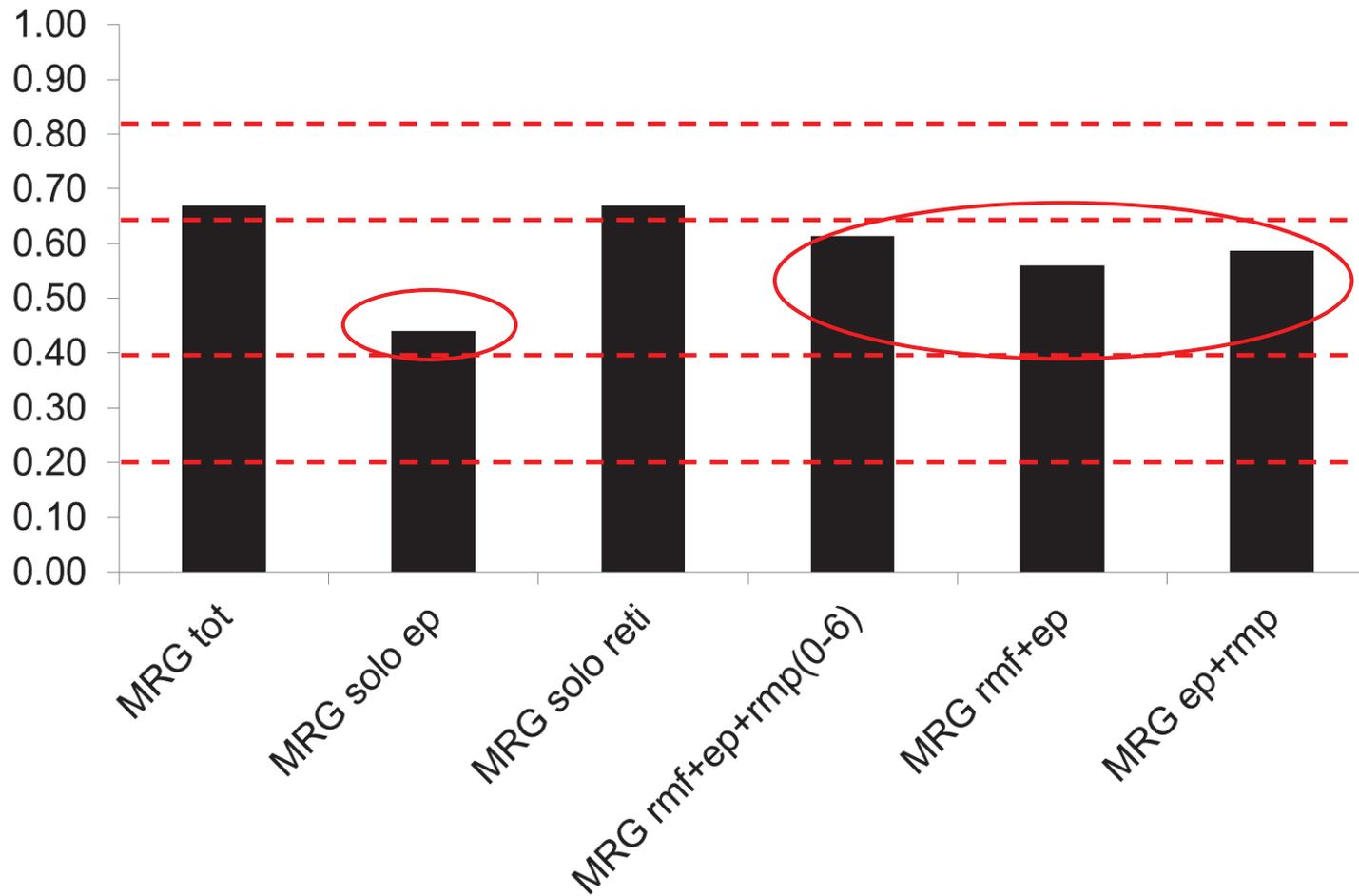


Risultati – variabilità: lago di Viverone



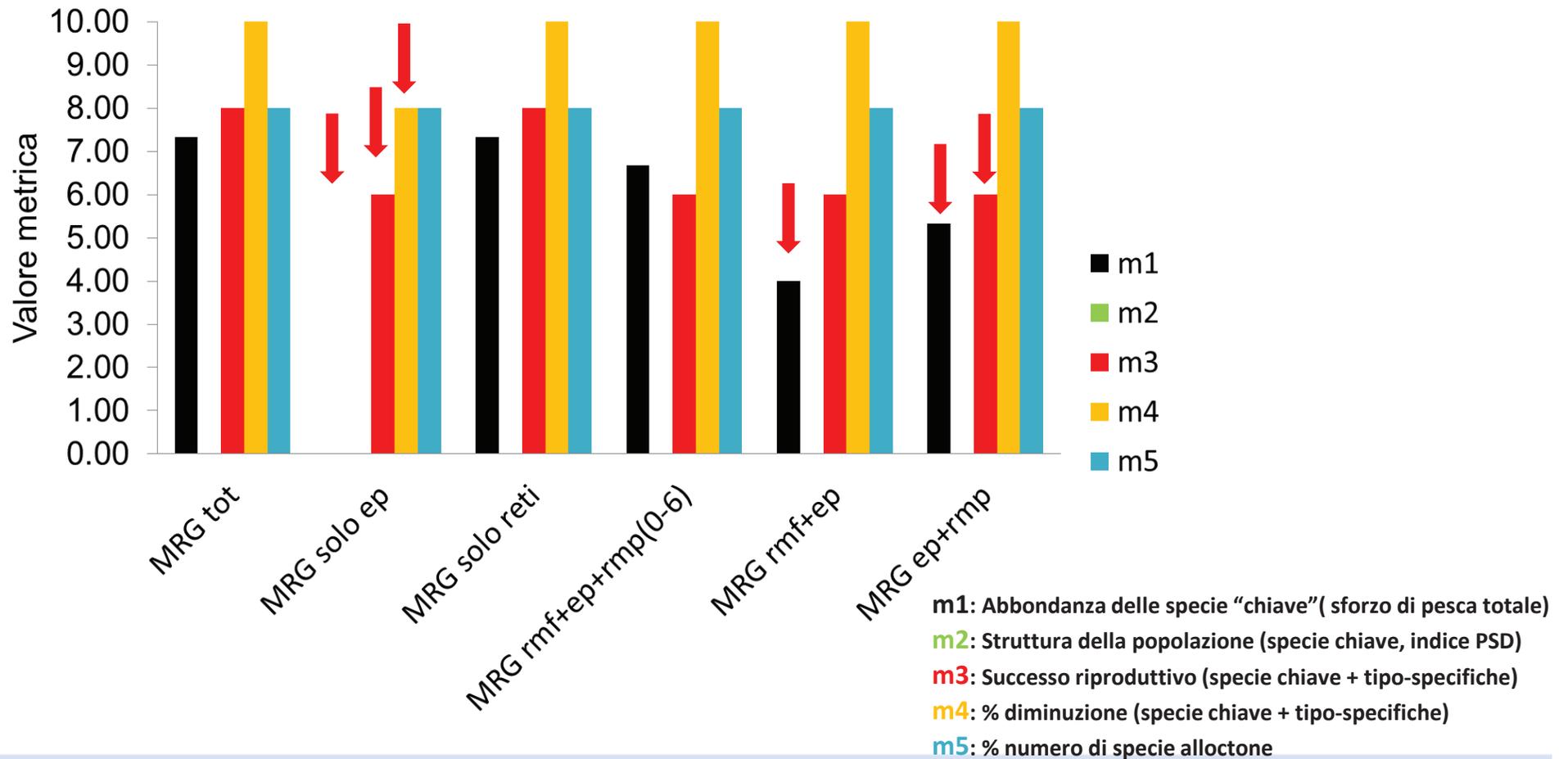


Risultati – variabilità: lago di Mergozzo





Resultati – variabilità: lago di Mergozzo





Analisi - robustezza indice

2) **Robustezza indice e singole metriche** → dimezzamento sforzo di campionamento:

- *Elettropesca*: l'indice LFI è stato calcolato utilizzando **la sola metà** dei punti di campionamento (scelti in modo casuale).
- *Reti*: è stato **dimezzato** il numero di reti per ogni strato di campionamento previsto dal protocollo.

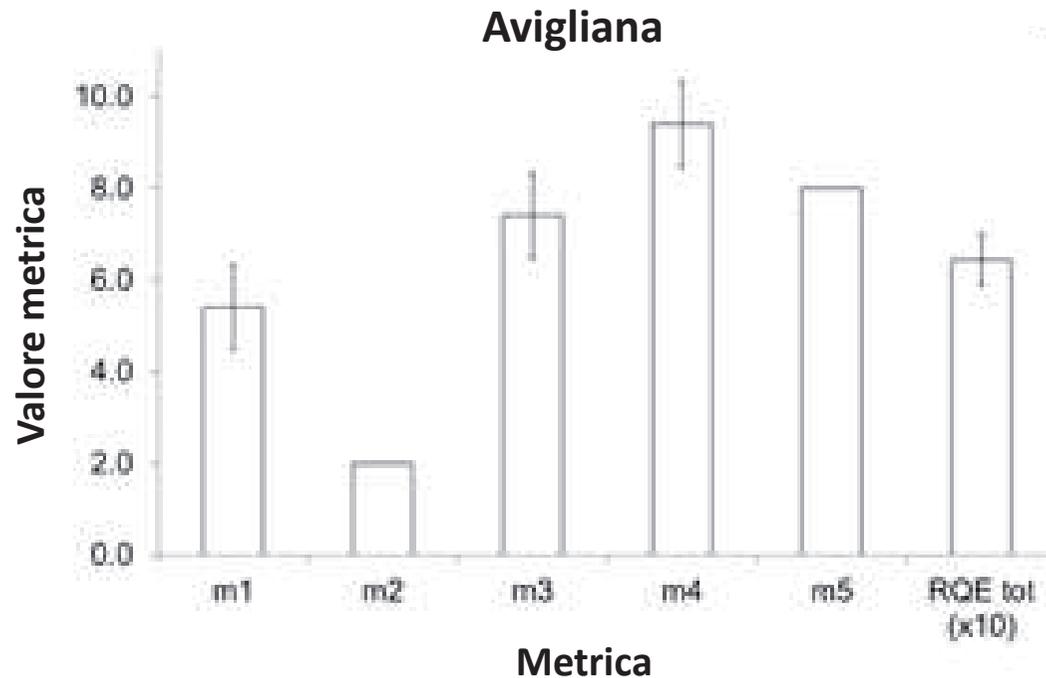
Metodo: *bootstrapping* → 30 cicli di ricampionamento che considerano casualmente e per ogni lago, diverse combinazioni di reti o punti di elettropesca (selezionati all'interno della metà delle reti bentiche o dei punti di elettropesca totali utilizzati in ogni lago). Le reti pelagiche, dove utilizzate, sono state mantenute costanti poiché presenti in numero di una per strato.



30 giudizi di LFI (e relativi valori metriche) corrispondenti alle 30 combinazioni di punti o reti a seconda di quale fosse il metodo discriminante nel lago esaminato.



Analisi – variabilità/robustezza : Avigliana

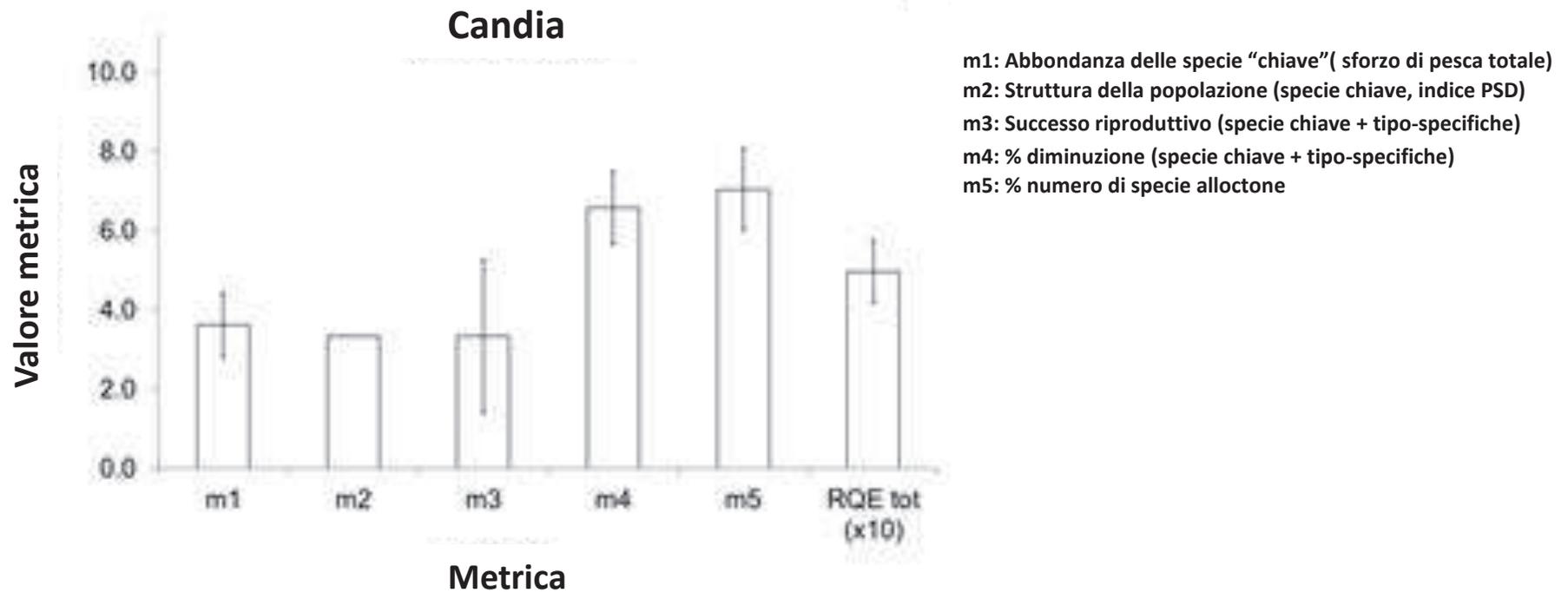


- 11: Abbondanza delle specie "chiave" (sforzo di pesca totale)
- 12: Struttura della popolazione (specie chiave, indice PSD)
- 13: Successo riproduttivo (specie chiave + tipo-specifiche)
- 14: % diminuzione (specie chiave + tipo-specifiche)
- 15: % numero di specie alloctone

Avigliana (50% ep): il LFI cambia giudizio di qualità, da "buono" a "sufficiente". Le metriche sensibili al dimezzamento dei punti sono m1, m3 e m4.



Analisi – variabilità/robustezza : Candia

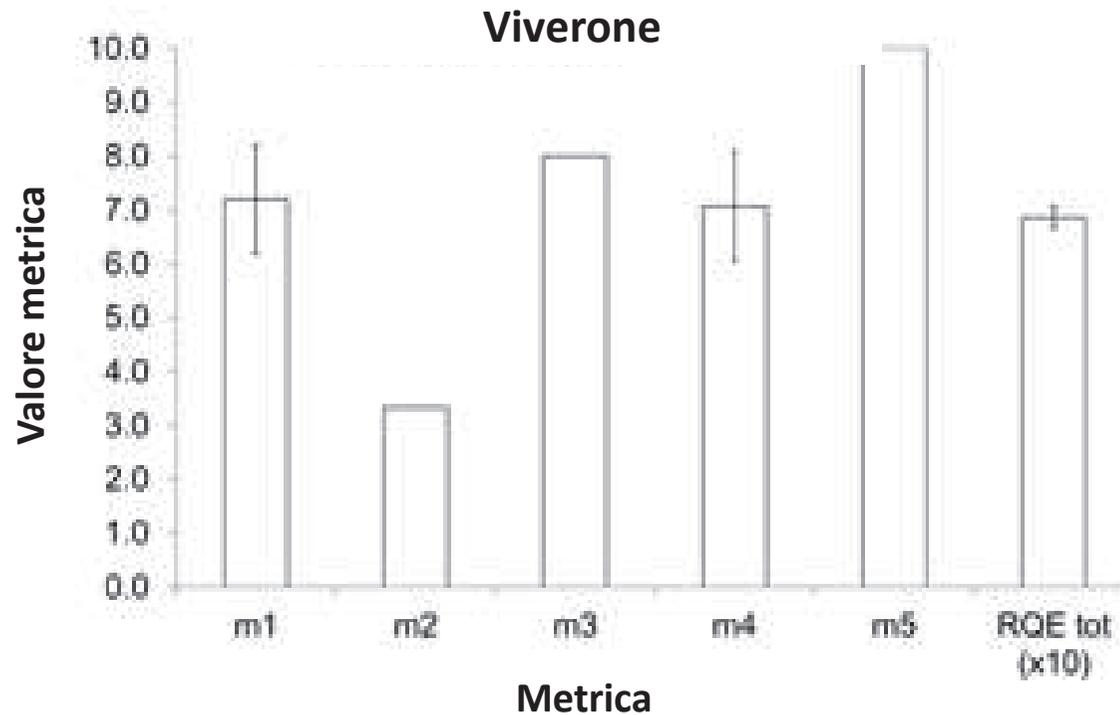


Candia (50% ep): m3 varia all'interno di 3 intervalli di valore.

LFI: punteggio variabile, ma sempre corrispondente al medesimo giudizio di qualità (Sufficiente).



Analisi – variabilità/robustezza : Viverone

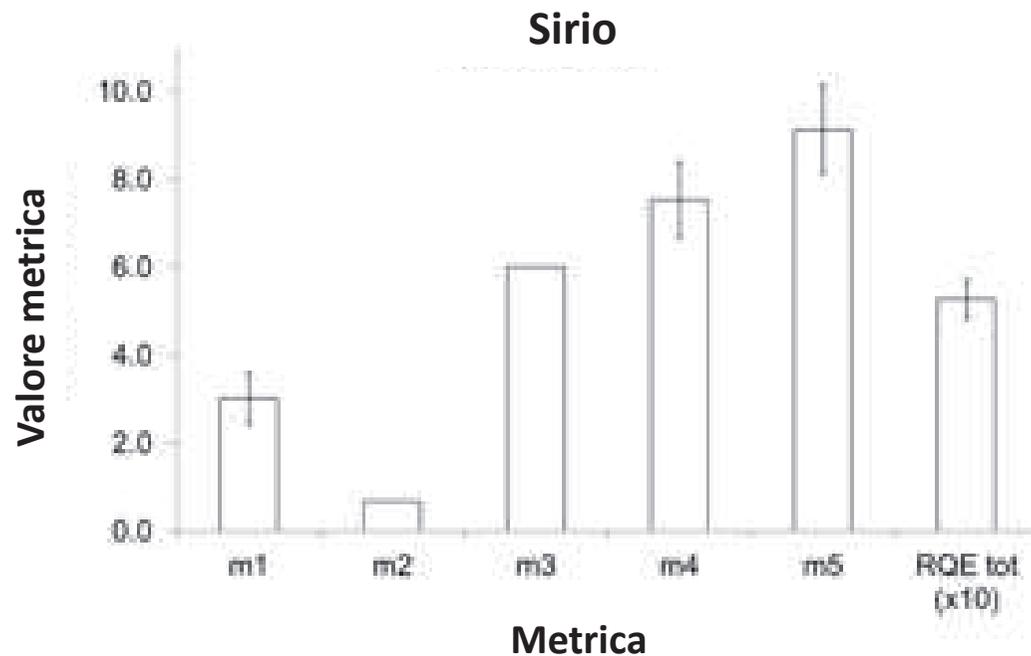


- m1: Abbondanza delle specie "chiave" (sforzo di pesca totale)
- m2: Struttura della popolazione (specie chiave, indice PSD)
- m3: Successo riproduttivo (specie chiave + tipo-specifiche)
- m4: % diminuzione (specie chiave + tipo-specifiche)
- m5: % numero di specie alloctone

Viverone (50% reti b.): Il giudizio di qualità non cambia. Le uniche due metriche in grado di variare sono m1 e m4. Tale variazione è imputabile al fatto che nel campionamento con le reti è stato catturato un esemplare di luccio (*Esox sp.*) compreso nelle specie «chiave».



Analisi – variabilità/robustezza : Sirio

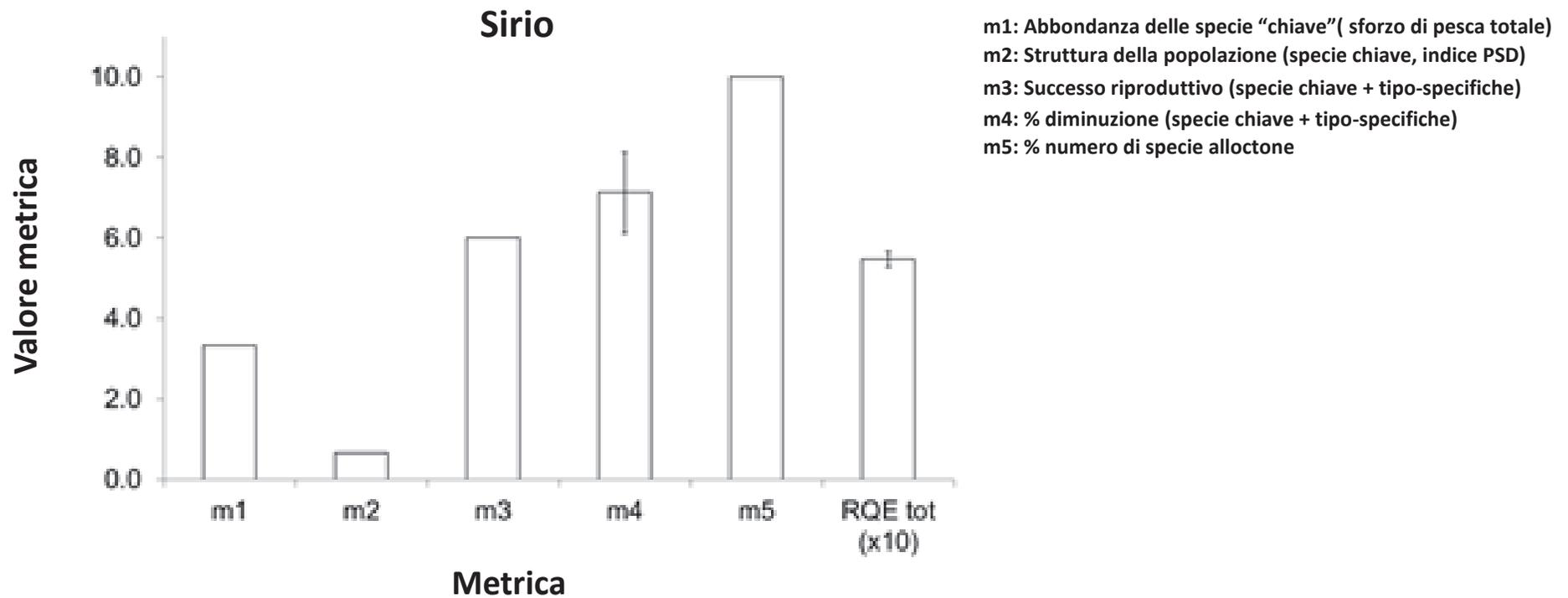


- m1: Abbondanza delle specie "chiave" (sforzo di pesca totale)
- m2: Struttura della popolazione (specie chiave, indice PSD)
- m3: Successo riproduttivo (specie chiave + tipo-specifiche)
- m4: % diminuzione (specie chiave + tipo-specifiche)
- m5: % numero di specie alloctone

Sirio (50% ep): m1, m4 e m5 si dimostrano sensibili. Questa variabilità dipende dalla presenza-assenza della tinca *Tinca tinca* (specie chiave), del carassio *Carassius carassius* (specie aliena), del cobite *Cobitis taenia* e dell'anguilla *Anguilla anguilla* catturati solo tramite elettropesca. Il giudizio di stato ecologico non cambia (Sufficiente).



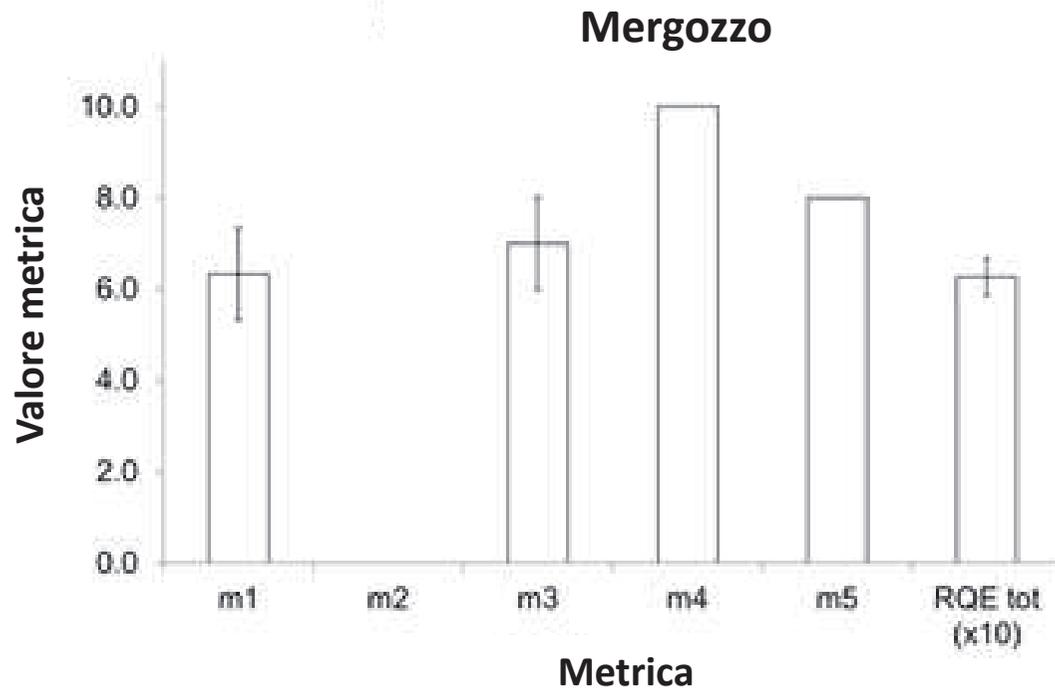
Analisi – variabilità/robustezza : Sirio



Sirio (50% reti b.): l'unica metrica in grado di variare è la m4. In particolare tale variazione dipende dall'unico esemplare di carpa catturato con le reti.



Analisi – variabilità/robustezza : Mergozzo



Lota lota

- m1: Abbondanza delle specie "chiave" (sforzo di pesca totale)
- m2: Struttura della popolazione (specie chiave, indice PSD)
- m3: Successo riproduttivo (specie chiave + tipo-specifiche)
- m4: % diminuzione (specie chiave + tipo-specifiche)
- m5: % numero di specie alloctone

Mergozzo (50% reti b.): il giudizio di stato ecologico non viene modificato (Buono). Variano m1 ed m3 a causa della bottatrice (*lota lota*) catturata solo con le reti bentiche in numero di tre esemplari, due dei quali erano individui giovani in grado di testimoniare l'avvenuto successo riproduttivo.



Conclusioni

- Disponendo di un *dataset* ridotto, risulta difficile chiarire quale sia il metodo che consenta di raggiungere il miglior compromesso tra sforzo di campionamento, variabilità spaziale e robustezza della classificazione.
- Tuttavia, sembra emergere la possibilità che nei laghi poco profondi sia possibile una riduzione dello sforzo di pesca con le reti associato al mantenimento dello stesso sforzo con l'elettropesca.
- Nei laghi profondi al contrario, l'utilizzo delle reti sembra essere necessario e maggiormente informativo rispetto all'elettropesca.
- **Se ne conclude che la variabilità spaziale del campionamento incide in misura differente sulla classificazione di stato ecologico in relazione alla tipologia di lago considerato.**



Conclusioni

Si deve far notare tuttavia che queste considerazioni sono fatte solamente in relazione all'applicazione dell'indice LFI. Per una dettagliata analisi della comunità ittica, non solo nell'ottica della applicazione della Direttiva sulle Acque, l'utilizzo combinato di diversi metodi è comunque necessario perché permette di ottenere informazioni più complete sulla ricchezza in specie della comunità indagata.



Grazie per l'attenzione!



Lago di Mergozzo



Bibliografia

APAT, 2007. Metodi biologici per le acque, Parte I. http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html.

Gibson R.J. & Haedrich R.L., 1988 - The exceptional growth of juvenile atlantic salmon in the city waters of St. John's Newfouland, Canada. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 35: 385-407.

Jackson D.A. & Harvey H.H., 1989 - Biogeographic association in fish assemblages: local vs regional processes. *Ecology*, 70: 1472-1484.

Marshall T.R. & Ryan P.A., 1987 - Abundance patterns and community attributes of fishes relative to environmental gradients. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 198-215.

Persson L., 1997 - Competition, predation and environmental factors as structuring forces in freshwater fish communities: Sumari (1971) revisited. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 85-88.

Rahel F.J., 1986 - Biogeographic influences on species composition of northern Wisconsin lakes with applications for lakes acidification studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 124-134.

Tammi J., Appelberg M., Beier U., Hesthagen T., Lappalainen A. & Rask M., 2003 – Fish status survey of Nordic lakes: effects of acidification, eutrophication and stocking activity on present fish species composition. *Ambio*, 32: 98-105.

Volta P., 2011 - Indice per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica finalizzato alla valutazione dello stato ecologico dei laghi italiani: Lake Fish Index (LFI). Report CNR-ISE,03.11.