

Nota breve - Short note

Analisi della struttura di popolazione di coregone lavarello (*Coregonus lavaretus* Linneus 1758) in tre laghi profondi italiani mediante indici stock density

Pietro VOLTA

CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, L.go Tonolli 50, 28922 Verbania Pallanza, Italia
E-mail dell'Autore per la corrispondenza: p.volta@ise.cnr.it

SUMMARY - *Analysis of the population structure of Coregonus lavaretus (Linneus 1758) in three deep Italian lakes using stock density indexes* - Stock density indexes are numerical descriptors of population structure using length class data, the asymptotic L_{∞} and the length at maturity L_m . In this work the population structure of lake whitefish (*Coregonus lavaretus* Linneus 1758) was analyzed using the Proportional Stock Density index (PSD) and the Relative-Stock Density index (RSD). Asymptotic length of lake whitefish was calculated from the unimpacted population of Lake Mergozzo. The calculated L_{∞} and L_m were 61.7 (± 3.2 C.I. 95%) cm and 33.8 (± 1.5 C.I. 95%) cm respectively. PSD and RSD enable to analyse the structure of fish fauna according to the WFD 2000/60/CE.

Parole chiave: WFD 2000/60/CE, indice di stato ecologico, specie chiave, fauna ittica, struttura di popolazione, pressione di pesca
Key words: WFD 2000/60/CE, index of ecological status, sentinel species, fish fauna, population structure, lake whitefish

1. INTRODUZIONE

L'interazione tra le caratteristiche biologiche ed ecologiche di una specie ittica e i fattori di pressione di origine antropica (carico trofico, inquinamento chimico, pressione di pesca, alterazione degli habitat) o naturale (ad es. fattori climatici o idrologici) condiziona i tassi di natalità e mortalità delle singole coorti, modellando la distribuzione delle classi di età e di taglia e dunque la struttura di popolazione. La conoscenza della struttura di una popolazione e dei suoi cambiamenti nel tempo è un elemento importante per la definizione dello stato ecologico della fauna ittica, sia in ambiente lentiche che lotico (WFD 2000/60/CE). Lo studio delle popolazioni ittiche e la descrizione della loro struttura in termini di classi di età o di taglia è inoltre un presupposto fondamentale per una gestione razionale delle stesse, sia nell'ottica della conservazione sia in quella dello sfruttamento sostenibile. È sulla base di queste informazioni che si possono impostare le misure gestionali finalizzate a mitigare o compensare gli impatti dei fattori di pressione.

In questo lavoro è stata analizzata la struttura di popolazione di una specie chiave per i laghi profondi italiani, il coregone lavarello (*Coregonus lavaretus* Linneus 1758- coregonide a veloce accrescimento). A questo scopo sono stati applicati a serie di dati riferite ai laghi di Mergozzo, Maggiore e di Como, i due indici di struttura PSD - *Proportional Stock Density index* (Anderson 1976) e RSD - *Relative Stock Density index* (RSD) (Wege & Anderson 1978; Gablehouse 1984).

2. MATERIALI E METODI

2.1. Luogo di studio

Nella appendice 1 sono riportate le caratteristiche morfometriche dei laghi considerati nel presente studio e le concentrazioni di fosforo totale alla piena circolazione primaverile negli anni cui sono stati effettuati i campionamenti.

2.2. Raccolta e analisi dei dati

Le serie di dati utilizzati in questa ricerca si riferiscono a campionamenti effettuati stagionalmente nel Lago di Mergozzo (1994-1995), nel Lago di Como (1981-1982) e nel Lago Maggiore (1998-1999 e 2006-2007). I campionamenti sono stati eseguiti con set di reti branchiali di maglia pari a 32-35-40-45-50 mm. Di tutti i pesci è stata misurata la lunghezza totale L_T . L'età è stata determinata mediante scalimetria. Il passaggio da una classe di età alla successiva è stato fissato al primo di marzo. Poiché la catturabilità di una specie ittica dipende dalla selettività delle reti, a sua volta determinata dalle dimensioni corporee che condizionano la velocità di movimento e la probabilità di incontrare la rete stessa, è stato necessario applicare un fattore di correzione ai valori di frequenza delle classi di lunghezza. È stata utilizzata la relazione (Rundstam *et al.* 1984):

$$(1) \quad y = 20,30 * e^{(-2,754x)} + 0,1956$$

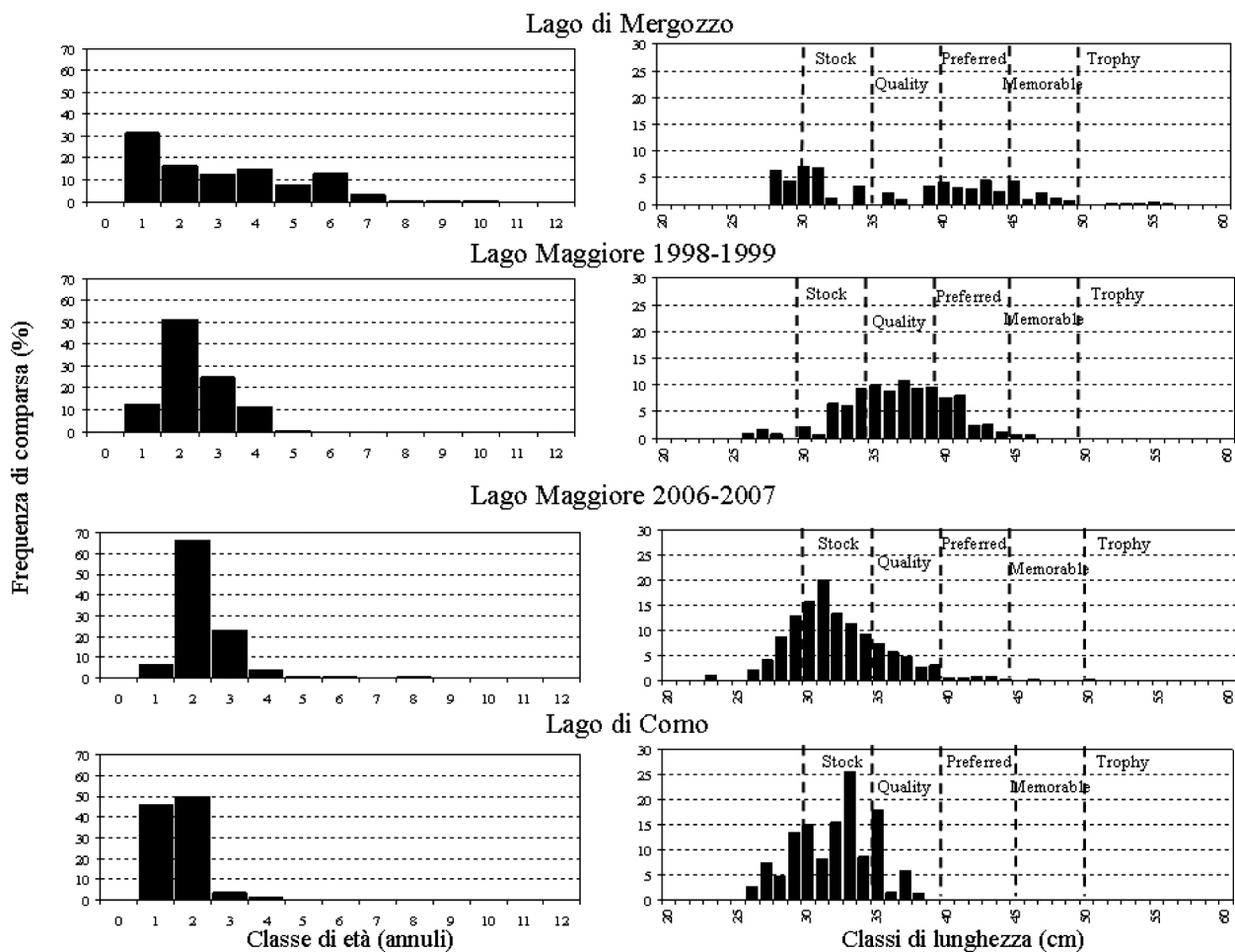


Fig. 1 - Distribuzione di frequenza delle classi di età e delle classi di lunghezza nei popolamenti di coregone lavarello nei tre ambienti di studio: Lago di Mergozzo, Lago Maggiore, Lago di Como. I valori di frequenza sono stati corretti considerando la selettività delle reti. Fig. 1 - Frequency distribution of the age- and length- classes in the sample of Lake Mergozzo, Lake Maggiore and Lake Como. Frequency values were corrected according to gillnet selectivity.

Dove y = fattore di correzione; $x = \text{Log } L_T$
 PSD e RSD sono definiti come segue:

$$(2) \text{ PSD} = \frac{(n.\text{pesci} \geq L_{\text{quality}})}{(n.\text{pesci} \geq L_{\text{stock}})} * 100$$

$$(3) \text{ RSD} = \frac{(n.\text{pesci} \geq L_{\text{spec}})}{(n.\text{pesci} \geq L_{\text{stock}})} * 100$$

Dove: L_{quality} è la lunghezza media L_m a cui gli individui della popolazione raggiungono la maturità sessuale. L_m è stata calcolata mediante l'equazione (Froese & Binohlan 2000):

$$(4) L_m = 10^{(0,9469 * \log_{10}(L_{\infty}) - 0,1162)}$$

La lunghezza massima della specie corrispondente alla lunghezza asintotica (L_{∞}) è stata calcolata secondo il modello di Von Bertalanffy (mediante il software Simply Growth - PISCES CONSERVATION Ltd) utilizzando l'intera set delle lunghezze totali L_T del campione del Lago di Mergozzo la cui popolazione è prossima a condizioni di naturalità.

I valori di lunghezza per le categorie *Stock*, *Preferred*, *Memorable*, *Trophy* sono state calcolate secondo Zick

et al. (2006) come:

$$(5) \text{ Stock} = \text{Quality} - ((\text{Trophy} - \text{Quality})/3)$$

$$(6) \text{ Quality} = L_m$$

$$(7) \text{ Preferred} = \text{Quality} + ((\text{Trophy} - \text{Quality})/3)$$

$$(8) \text{ Memorable} = \text{Quality} + (((\text{Trophy} - \text{Quality})/3) * 2)$$

$$(9) \text{ Trophy} = L_T \geq 0,8 * (L_{\infty})$$

Il valore di PSD varia tra 0 e 100 ed una popolazione equilibrata presenta valori compresi tra 35 e 65 (Zick et al. 2006). RSD, più dettagliato, permette di esprimere un giudizio di qualità relativamente alle categorie di lunghezza *Quality*, *Preferred*, *Memorable* e *Trophy*.

I tassi di mortalità totale (Z) e mortalità naturale sono stati calcolati secondo Sparre & Venema (1992) e secondo Pauly (1980) rispettivamente. Per il calcolo di M è stata utilizzata una temperatura dell'acqua di 13°C per il L. Maggiore e il L. di Como e 14°C per il meno profondo L. di Mergozzo.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

I dati riassuntivi per i data set considerati nel presente lavoro sono presentati in dettaglio nella appendice 2. Una popolazione ittica è equilibrata quando non vi è né un eccesso di individui giovani né un numero troppo esiguo di individui adulti (Anderson & Weithman 1978): a questa situazione corrispondono un tasso di reclutamento, di crescita e di mortalità ottimali. La popolazione del L. di Mergozzo è la più equilibrata tra quelle analizzate (Fig. 1) essendo caratterizzata sia da una ampia base di esemplari delle classi di età inferiori (1^+ , 2^+) sia da una significativa presenza di adulti (classi di età 3^+ - 12^+). Il valore del tasso istantaneo di mortalità totale Z è compreso tra $0,2 \text{ a}^{-1}$ e $0,3 \text{ a}^{-1}$, in accordo con il tasso di mortalità caratteristico di una popolazione di coregone prossima a condizioni di naturalità (Jensen 1981). Z coincide inoltre con il tasso di mortalità naturale M confermando l'assenza di mortalità da pesca. Al contrario, per le popolazioni degli altri due laghi il valore di Z è considerevole (appendice 2), dovuto sia alla mortalità naturale M ($0,83 \text{ a}^{-1}$ e $0,95 \text{ a}^{-1}$, e $0,77 \text{ a}^{-1}$ rispettivamente per L. Maggiore nei due periodi e L. di Como), sia alla mortalità da pesca F ($0,52 \text{ a}^{-1}$, $0,47 \text{ a}^{-1}$ per il L. Maggiore e $1,05$ per il L. di Como). I valori di lunghezza (arrotondati all'unità) per ogni categoria sono risultati pari a 29 cm (L_{Stock}), 34 cm (L_{Quality}), 39 cm ($L_{\text{Preferred}}$), 44 cm ($L_{\text{Memorable}}$) e 49 cm (L_{Trophy}).

L'indice PSD (appendice 3), sintetizza le informazioni relative alla struttura delle popolazioni di coregone lavarello e classifica "equilibrata" la sola popolazione del L. di Mergozzo (PSD compreso tra 35 e 65). Utilizzando l'indice RSD la popolazione di coregone lavarello del L. di Mergozzo risulta sostanzialmente equilibrata (3 categorie su 4 rientrano nell'intervallo obiettivo), quella del L. Maggiore moderatamente equilibrata (2/4) mentre quella del L. di Como non è equilibrata (0/4).

4. CONCLUSIONI

La struttura di popolazione di coregone lavarello studio riflette la diversa intensità delle pressioni (antropiche e ambientali) a cui questa specie è sottoposta nei rispettivi ambienti. La popolazione del Lago di Mergozzo, dove non esiste pesca professionale, dove la trofia è bassa (oligotrofo) e dove il livello delle acque non subisce variazioni di livello considerevoli, è ben strutturata ed equilibrata. Al contrario nei laghi Maggiore e Como, la pesca professionale e le variazioni di livello in periodo riproduttivo e post-riproduttivo (il coregone lavarello ha riproduzione litorale), nonché probabilmente la trofia delle acque (Lago di Como) sembrano essere determinanti nello strutturare la popolazione. Risulterebbe molto interessante aggiornare i data set per verificare se la riduzione del carico trofico nel L. di Como o la presenza di attività di pesca nel L. di Mergozzo - possa aver contribuito a sostanziali modificazioni nella struttura di popolazione. Gli indici PSD e RSD sono adatti ad una valutazione della struttura di una popolazione ittica e a misurare sinteticamente il grado di scostamento da condizioni di naturalità; possono contribuire dunque alla analisi dello stato ecologico della fauna ittica ai sensi della Direttiva 2000/60/CE.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il dott. Lorenzoni per i commenti espressi nel referaggio del manoscritto. Un ringraziamento sentito al dott. Giussani per aver messo a disposizione i dati relativi al Lago di Mergozzo e al Lago di Como, e al Sig. Cerutti Igorio per la collaborazione nell'attività di campo e laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- Ambrosetti W. & Barbanti L., 1997 - Alcune problematiche fisiche dei grandi laghi sudalpini. *Documenta dell'Istituto italiano di Idrobiologia*, 61: 3-18.
- Anderson R.O. & Weithman A.S., 1978 - *The concept of balance for coolwater fish populations*. In: Kendall R.L. (ed.) *Selected coolwater fishes of North America*, Special Publication 11. Bethesda, MD, USA: American Fisheries Society: 371-381.
- EU, 2000 - *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy*. Brussels: The European Parliament and the Council of the European Union, 72 pp.
- Froese R. & Binohlan C., 2000 - Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.*, 56: 758-773.
- Gablehouse D.W. Jr., 1984 - A length categorization system to assess fish stocks. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 4: 273-285.
- Jensen A.L., 1981 - Population regulation in Lake Whitefish, *Coregonus Clupeaformis* (Mitchill). *J. Fish Biol.*, 19: 557-573.
- OLL, 2005 - *Osservatorio dei Laghi Lombardi - "Qualità delle acque lacustri in Lombardia - 1° rapporto OLL 2004"*. Regione Lombardia, ARPA Lombardia, Fondazione Lombardia per l'Ambiente e IRSA/CNR.
- Pauly D., 1980 - On the interrelationships between natural mortality growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. internat. Exp. Mer.* 39(3): 175-179.
- PISCES Conservation Ltd. *Simply growth* software. IRC House, The Square Pennington, Lymington Hants., SO41 8GN United Kingdom.
- Rundstam L.G., Magnuson J.J. & Tonn W.M., 1984 - Size selectivity of passive fishing gear: a correction for encounter probability applied to gill nets. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 1252-1255.
- Sparre P. & Venema S.C., 1992 - *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, 306, 376 pp.
- Wege G.J. & Anderson R.O., 1978 - Relative weight (Wr): a new index of condition for largemouth bass. In: Novinger & Dillard (Eds). *New approaches to the management of small impoundments*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland: 79-91.
- Zick D., Gassner H., Rinnerthaler M., Jager P. & Patzner R.A., 2006 - Application of population size structure indices to Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in Alpine lakes in Austria. *Ecol. Freshw. Fish.*, 16: 54-63.

Appendice 1 - Caratteristiche morfometriche dei laghi considerati nel presente studio e concentrazione di fosforo totale alla piena circolazione primaverile nell'anno in cui si sono svolti i campionamenti (Ambrosetti & Barbanti, 1997; OLL, 2005).

Appendix 1 - Morphometric parameters and P concentration at the spring overturn in the years when sampling were performed.

	Mergozzo	Maggiore	Como
Profondità max (m)	74	370	412
Superficie (km ²)	1,8	212,3	145,0
Altitudine (m s.l.m.)	204	200	210
P _{tot} (µg l ⁻¹)	9	12	70

Appendice 2 - Caratteristiche del campione, parametri della curva di accrescimento di Von Bertalanffy, lunghezza alla maturità (L_m) e tasso di mortalità totale (Z). L_m per il coregone lavarello del Lago Maggiore è stata calcolata da indagini di campo (Volta dati non pubblicati) e non si discosta da quanto calcolato per il Lago di Mergozzo.

Appendix 2 - Characteristics of the sample, Von Bertalanffy growth curve parameters, length at maturity L_m and total mortality rate (Z). L_m for Lake Maggiore whitefish was calculated on field campaign in winter 2006 (Volta unpublished data) and is consistent with L_m calculated for Lake Mergozzo whitefish.

	N. Ind.	L_T media (cm) (min-max)	Età media (cm) (min-max)	$L_\infty \pm$ I.C. 95% (cm)	k	t_0	$L_m \pm$ I.C. 95% (cm)	Tasso di Mortalità totale Z (a ⁻¹)
L. di Mergozzo	83	40,70 (28,00 – 57,50)	4,60 (1 ⁺ -12 ⁺)	61,70± 3,20	0,17	-2,06	33,80 ± 1,50	0,29
L. Maggiore 1998-1999	230	37,50 (26,10-46,70)	2,50 (1 ⁺ -5 ⁺)	48,80 ± 2,80	0,54	-0,03	-	1,35
L. Maggiore 2006-2007	163	33,30 (23,50-50,70)	2,70 (1 ⁺ -5 ⁺)	52,00 ± 2,50	0,47	-0,03	34,50 ± 2,10	1,41
L. di Como	77	32,70 (26,90-38,90)	1,65 (1 ⁺ -3 ⁺)	46,10± 3,10	0,45	-0,05	-	1,81

Appendice 3 - Valori obiettivo e calcolati per gli indici PSD e RSD per i campioni del Lago di Mergozzo, Lago Maggiore e Lago di Como.

Appendix 3 - Target and calculated values of PSD and RSD indexes for the samples of the three lakes considered in this study.

Indice	Intervallo obiettivo	L. di Mergozzo	L. Maggiore 1998-1999	L. Maggiore 2006-2007	L. di Como
PSD	35-65	65	82	33	31
RSD quality	35-65	65	82	33	31
RSD preferred	35-65	40	35	6	0
RSD memorable	0-10	20,5	2,2	0,8	0
RSD trophy	>0-2	1,3	0	0,2	0