



CENSIMENTO DELLA FAUNA ITTICA NEI LAGHI ALPINI NEL TERRITORIO DELLA REGIONE LOMBARDIA

Relazione generale - Marzo 2015



Codice Unico Progetto (C.U.P.): E89E12000550005

Durata progetto: 2012-2015

Coordinamento

Regione Lombardia - Direzione Generale Agricoltura

U.O.: Sviluppo di Sistemi Forestali, Agricoltura di Montagna, Uso e Tutela del Suolo Agricolo

Struttura Sviluppo dell'Agricoltura di Montagna e dell'Utilizzo Sostenibile dei Terreni Agricoli

Alberto Lugoboni, Antonella Forni, Giuseppina Colombo, Davide Ilardo

Piazza Città di Lombardia, 1 – 20124 Milano

Tel. +39 02 6765 2552

E-mail: pesca@regione.lombardia.it

Sito web: www.agricoltura.regione.lombardia.it

Raggruppamento Temporaneo d'Impresa

GRAIA – Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque srl

Cesare M. Puzzi, Gaetano Gentili, Stefania Trasforini, Mauro A. Bardazzi, Alessandra Ippoliti, Andrea Tersigni, Daniele Tamborini, Elia Taddia, Federica Casati, Mara Papa, Andrea Casoni, Silvia Montonati, Matteo Moroni, Simone Marzi, Davide Cocchi, Mattia Cordi

Via Repubblica, 1 – 21020 Varano Borghi (VA)– Italia

Tel: +39 0332 961097; Fax: +39 0332 961192

E-mail: info@graia.eu; cesare.puzzi@graia.eu

Sito web: www.graia.eu

CNR – ISE Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo studio degli ecosistemi

Pietro Volta, Paolo Sala, Igor Cerutti

Largo Tonolli, 50 – 28922 Verbania Pallanza (VB) – Italia

Tel: +39 0323 518300; Fax: +39 0323 556513

E-mail: direzione@ise.cnr.it, p.volta@ise.cnr.it

Sito web: www.ise.cnr.it

Con la collaborazione, riguardante le attività del WP1 sui laghi di Garda e Maggiore, di **EAWAG Aquatic Research - Istituto per la Ricerca sulle Acque nel Settore dei Politecnici Federali**

Guy Periat

Überlandstrasse, 133 Postfach 611 – 8600 Dübendorf – Svizzera

Tel: +41 (0)58 765 55 11; Fax: +41 (0)58 765 50 28

E-mail: guy.periat@gmail.com

Sito web: www.eawag.ch

Con la collaborazione, riguardante le attività di elaborazione dati, applicazioni modellistiche e stesura rapporti del WP2, di

Alberto Negri - biologo libero professionista esperto di modellistica applicata alla pesca

Via Riva Bianca n.6 – 23827 Lierna (LC)

E-mail: toneg@tiscali.it

Ringraziamenti: un sentito ringraziamento va ai Tecnici degli uffici pesca e agli Agenti di Polizia provinciale delle Province di Varese, Como, Sondrio, Lecco, Bergamo e Brescia, al Commissariato Italo-Elvetico per la pesca, ai pescatori di professione i Signori Giulio Apollonio, Antonio Aquilini, Danilo Baiguini, Antonio Barelli, Giordano Bardelli, Pierantonio Castano, Marzio Danesi, Alessandro Fenoli, Francesco Ghislanzoni, Angelo Giudici, Danilo Luzzani, Agostino Merzari, Emanuele Pensotti, Davide Pricoco, Alessandro Sala, Adelino Signori, Franco Signori, Andrea Spelzini, Sandro Spelzini, Eugenio Tomaselli, Gianfranco Zanetti e al Sig. Piergiorgio Zanetti per la loro preziosa collaborazione.

Indice

INTRODUZIONE	6
1. Premessa	7
2. Gruppo di lavoro	8
3. Obiettivi e struttura del progetto	9
4. Nomenclatura	12
5. La pesca professionale in Lombardia	14
5.1 I pescatori di professione	14
5.2 Dati del pescato	16
5.2.1 Lago di Garda	17
5.2.2 Lago Maggiore	18
5.2.3 Lago di Como e Mezzola	22
5.2.4 Lago d'Iseo	23
5.2.5 Lago di Varese	24
5.2.6 Lago d'Idro	25
6. Cronologia delle attività	27
MATERIALI, METODI E CONTENUTI DEL PROGETTO	28
7. Macroattività 1 -Censimento ittico	29
7.1 Contenuti Monografie WP1 per lago	29
7.2 Metodologie	30
7.2.1 Metodiche di campionamento	30
7.2.2 Raccolta dati	37
7.2.3 Studio dell'accrescimento ponderale	38
7.2.4 Studio dell'accrescimento lineare	39
7.2.5 Studio della biologia riproduttiva	42
7.2.6 Approfondimento sulla biologia del gardon e dell'acerina del Lago Maggiore	42
7.2.7 Applicazione del Lake Fish Index (LFI)	43
8. Macroattività 2 - Approfondimenti specifici	48
8.1 Contenuti Monografie WP2 per lago	48
8.2 Metodologie	49
8.2.1 Campionamento e raccolta dati	49
8.2.2 Determinazione delle classi di età nel campione	51
8.2.3 Calcolo delle curve di selezione delle reti branchiali	52
8.2.4 Stima del tasso di mortalità totale annuale	55

8.2.5	Stima del tasso di mortalità naturale	57
8.2.6	Stima della Massima Produzione Sostenibile - MSY	58
9.	Macroattività 3 -Monitoraggio dell'anguilla	63
9.1	Contenuti Monografia WP3	64
9.2	Metodologie.....	65
9.2.1	Campionamento e raccolta dati	65
9.2.2	Analisi dati.....	65
RISULTATI	66
10.	Riassunto dei risultati della MacroattivitàWP1	67
10.1	Risultati dei campionamenti	67
10.2	Separazione delle due forme di coregone nel Lago Maggiore	76
10.3	Specie di interesse conservazionistico	78
10.4	Aggiornamento delle comunità ittiche potenziali	78
10.5	Confronto delle catture per unità di sforzo - CPUE	84
10.6	Risultati dell'applicazione dell'indice LFI	104
10.7	Valutazione dello stato delle comunità ittiche indagate	109
10.8	Principali fattori di alterazione	116
10.8.1	Alterazione della qualità delle acque	117
10.8.2	Artificializzazioni	119
10.8.3	Fauna ittica alloctona	122
10.8.4	Uccelli ittiofagi	126
10.9	Misure di contrasto ai fattori di alterazione.....	128
10.10	Valutazione del protocollo di campionamento	129
11.	Riassunto dei risultati della Macroattività WP2	132
11.1	Sintesi dei risultati e proposte gestionali	132
11.1.1	Lago di Garda	132
11.1.2	Lago Maggiore	134
11.1.3	Lago di Como	136
11.1.4	Lago d'Iseo.....	139
11.1.5	Lago di Varese	140
11.1.6	Lago d'Idro	142
11.1.7	Lago di Mezzola	142
11.2	Sintesi delle proposte gestionali	144
11.3	Approfondimenti utili	149
12.	Riassunto dei risultati della Macroattività WP3	150

12.1	Abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati	151
12.2	Scala di priorità regionale degli interventi di deframmentazione	155
12.3	Effetti delle turbine sull'anguilla.....	156
12.4	Analisi della normativa vigente.....	158
13.	Prodotti di divulgazione e gestione dati della Macroattività 4	159
APPENDICI	160
14.	Riferimenti normativi	161
15.	Glossario.....	162
16.	Acronimi	163
17.	Bibliografia	165

INTRODUZIONE

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione finale delle attività e dei campionamenti eseguiti nell'ambito del progetto di "Censimento della fauna ittica nei laghi alpini nel territorio della Regione Lombardia", ad opera del Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI) GRAIA srl (Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque) e CNR-ISE (Istituto per lo Studio degli Ecosistemi - sede di Pallanza), con la collaborazione in subappalto di EAWAG - Aquatic Research (Istituto svizzero per la Ricerca sulle Acque nel Settore dei Politecnici Federali) e del Dott. Alberto Negri, esperto di modellistica applicata alla pesca.

Il progetto, promosso da Regione Lombardia - DG Agricoltura, è stato finanziato dal FEP - Fondo Europeo per la Pesca 2007-2013, che per la programmazione 2014-2020 sarà sostituito dal FEAMP - Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca.

Il progetto ha preso avvio nel Dicembre 2012 e le attività di campionamento ed elaborazione dei dati si sono concluse a Dicembre 2014, ad eccezione della Macroattività 3 "Monitoraggio dell'Anguilla", per la quale è stata concessa una proroga al 31 marzo 2015, in ragione del ritardo nell'esecuzione delle attività previste, causato da prolungate condizioni meteorologiche avverse. A causa delle incessanti piogge che hanno colpito il territorio regionale nell'autunno 2013, infatti, le attività di censimento ittico sugli emissari finalizzate alla ricerca della specie sono state avviate con inevitabile ritardo e ad oggi sono in fase di conclusione.

Le attività sono state svolte grazie all'ottima collaborazione del gruppo di lavoro con i funzionari provinciali, la Polizia Provinciale e i pescatori di professione.

Il progetto rappresenta uno dei primi sforzi in Italia indirizzati alla attuazione della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, relativamente all'utilizzo dell'elemento di qualità biologica "fauna ittica" per la valutazione dello stato ecologico dei laghi.

L'obiettivo finale che il gruppo di lavoro si è prefissato è di determinare lo sforzo massimo di pesca per i laghi lombardi, oggetto da secoli di pesca professionale, che potrà assicurare in maniera eco-sostenibile e duratura lavoro e reddito ai pescatori di mestiere dei laghi di Lombardia, Piemonte e Veneto, nonché di attuare un monitoraggio specifico degli stock di anguilla, secondo quanto previsto dalla normativa di settore.

2. GRUPPO DI LAVORO



Il gruppo di lavoro è composto da una RTI costituita dalla società **Graia srl** (mandatario) e dall'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi **CNR-ISE** di Pallanza (VB) (mandante); alcune attività relative all'azione 1 sono state subappaltate all'Istituto svizzero **EAWAG** per la Ricerca sulle Acque nel Settore dei Politecnici Federali.

La Società **GRAIA srl**, Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque, è stata fondata nel 1991 da cinque soci che svolgevano attività di libera professione nel campo delle scienze ambientali applicate. Attualmente la società ha una struttura operativa formata da circa 25 tra tecnici specializzati e collaboratori esterni che vengono attivati di volta in volta su problemi specifici. La società GRAIA Srl è iscritta allo Schedario Anagrafe Nazionale Ricerche del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica.

L'**Istituto per lo Studio degli Ecosistemi**, già "Istituto Italiano di Idrobiologia "Dott. Marco De Marchi", si trova a Verbania Pallanza. Sorto come fondazione nel 1938 è diventato parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche nel 1977 ed è diventato *head quarter* dell'ISE nel 2002. L'Istituto di Pallanza si occupa da sempre di ricerca teorica e applicata agli ecosistemi acquatici, lentic e lotici, ed attualmente è referente tecnico-scientifico del MATTM relativamente all'implementazione della Direttiva quadro sulle acque (*Water Framework Directive*) 2000/60/CE, occupandosi anche di partecipare a livello internazionale ai gruppi di intercalibrazione dei metodi biologici sia nel GIG alpino che in quello Mediterraneo.

EAWAG è leader mondiale nel campo della ricerca sulle acque e fa parte del dominio di ricerca del Politecnico Federale di Zurigo (ETH). Di particolare interesse per il presente progetto è "*Projet Lacs*" condotto dall'istituto, con l'obiettivo principale di caratterizzare la biodiversità ittica di alcuni laghi dell'arco prealpino, che rivestono grande interesse generale sia sotto un punto di vista della ricerca fondamentale e applicata sia dal lato commerciale e ricreativo.

3. OBIETTIVI E STRUTTURA DEL PROGETTO

Oggetto delle attività di studio è la fauna ittica dei sette principali laghi subalpini della Regione Lombardia: Laghi di Garda, Maggiore, di Como, d'Iseo, di Varese, d'Idro e di Mezzola. La tabella seguente elenca i sette laghi oggetto di indagine e le relative principali caratteristiche (emissari, immissari, estensione e profondità). I corpi idrici sono ordinati in base alla grandezza dello specchio lacustre.

Lago	Immissari	Emissari	Superficie Km ²	Profondità [m]	
				max	media
L. di Garda (Benaco)	F. Sarca	F. Mincio	368	350	133
L. Maggiore (Verbano)	F. Ticino	F. Ticino	212,5	370	176
L. di Como (Lario)	F. Adda	F. Adda	145,9	410	155
L. d'Iseo (Sebino)	F. Oglio	F. Oglio	61,8	251	125
L. di Varese	C. Brabbia, T. Tinella	T. Bardello	14,8	26	11
L. d'Idro (Eridio)	F. Chiese	F. Chiese	11,4	122	60
L. di Mezzola	F. Mera	F. Mera	5,85	69	26

Tabella 1. I sette laghi oggetto di indagine e le relative principali caratteristiche



Figura 1. I sette laghi oggetto di indagine

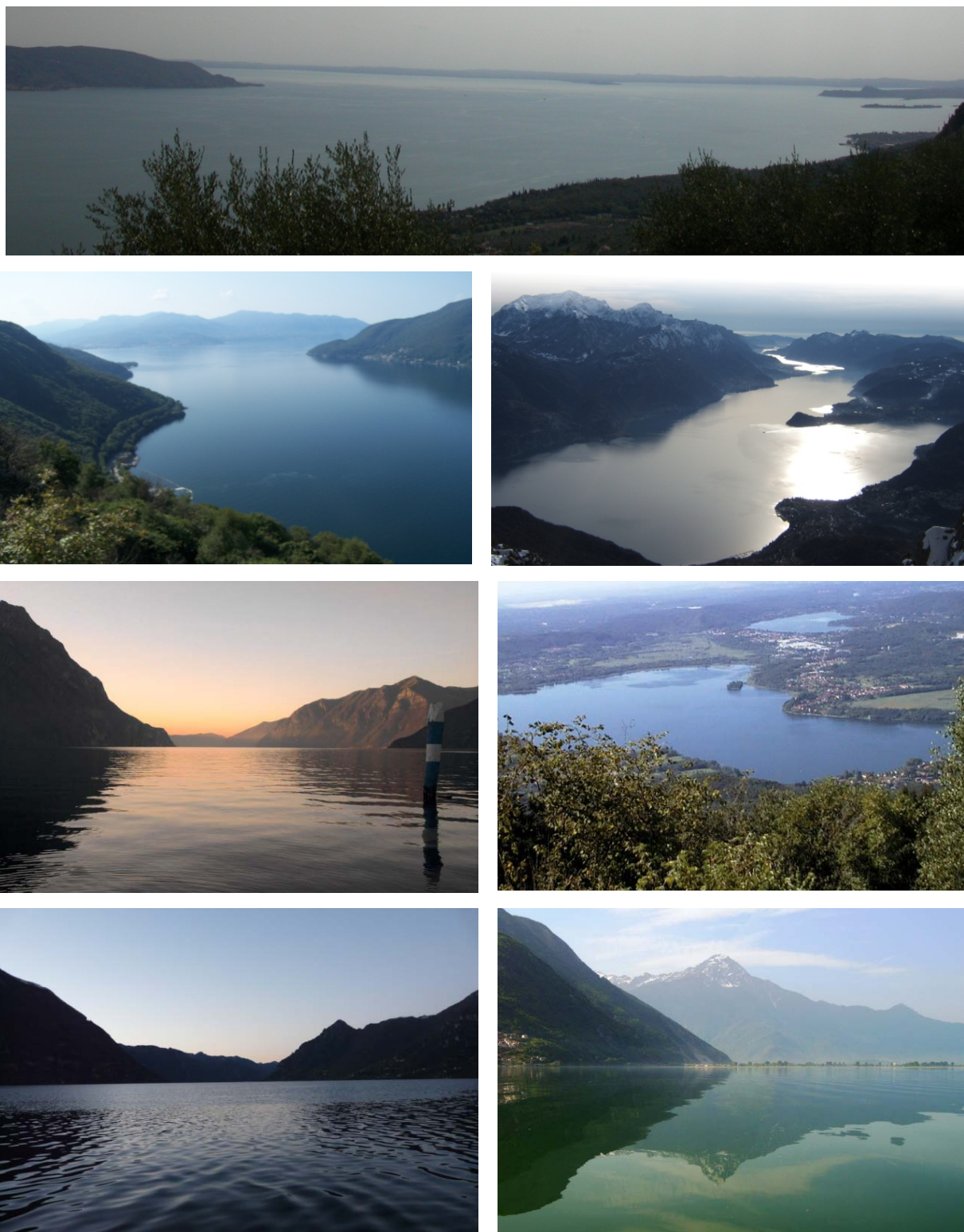


Figura 2. Dall'alto da sinistra a destra: L. di Garda, L. Maggiore, L. di Como, L. d'Iseo, L. di Varese, L. d'Idro, L. di Mezzola

Data la complessità, il progetto è diviso in Macro-attività o **"Work Packages"** (di seguito **WP**), costituite a loro volta da attività interne o **"Tasks"** (**T**). Nello specifico, il progetto si compone di **4 Macro-attività**:

Macroattività1 - Censimento ittico (WP1)

Censimento del popolamento ittico di ognuno dei 7 laghi di cui sopra e caratterizzazione del rispettivo stato ecologico mediante l'applicazione del *Lake Fish Index* (di seguito LFI), come previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (*Water Frame Directive*, di seguito WFD). Gli obiettivi principali perseguiti attraverso la realizzazione di questa attività sono:

- Valutazione della composizione delle comunità ittiche.
- Classificazione dello stato di qualità della fauna ittica mediante il LFI, attribuzione del Rapporto di Qualità Ecologica (di seguito RQE) e del relativo stato ecologico.
- Definizione del Catturato per Unità di Sforzo (CPUE) di ogni specie ittica in ogni lago campionato.
- Analisi dei fattori di alterazione che incidono sulla classe di qualità e indicazione delle possibili azioni atte a contrastarli.

Macroattività 2 - Approfondimenti specifici sulle specie target (WP2)

Approfondimenti specifici relativi alla gestione della pesca e allo sfruttamento sostenibile delle specie ittiche di maggior interesse per la pesca professionale di ognuno dei laghi in oggetto, chiamate specie target. Gli obiettivi principali perseguiti attraverso la realizzazione di questa attività sono:

- Analisi della biologia delle specie target individuate per lago.
- Calcolo delle curve di selezione delle reti legali.
- Determinazione del tasso di mortalità annuale.
- Stima della massima produzione sostenibile (MSY) attraverso l'applicazione del modello di Beverton & Holt.
- Analisi critica delle normative vigenti.
- Formulazione di proposte gestionali e eventuali opportune modifiche alle normative vigenti.

Macroattività 3 - Monitoraggio dell'anguilla (WP3)

Attività di monitoraggio dell'anguilla europea nei principali emissari dei laghi in oggetto, secondo quanto previsto dall'attuazione del Piano Nazionale Anguilla (Reg. CE 1100/2007), con particolare riferimento al Contributo di Regione Lombardia per azioni locali sul territorio lombardo, redatto nel 2009 da Graia per ERSAF-Lombardia (Piano Regionale di gestione dello stock di Anguilla europea). Gli obiettivi principali perseguiti sono:

- Valutazione dell'abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati.
- Elaborazione di una scala di priorità regionale, sulla base di un'analisi costi-benefici, degli interventi strutturali necessari per garantire sia la risalita delle giovani anguille sia la smonta delle anguille argentine.
- Analisi critica delle normative che regolano il prelievo dell'anguilla e formulazione di eventuali proposte migliorative ai fini della conservazione della specie.

Macroattività 4 - Prodotti di divulgazione e gestione dati (WP4)

Realizzazione di prodotti con l'obiettivo di permettere al Committente la consultazione e la gestione autonoma dei dati raccolti, la creazione di carte, la realizzazione di analisi spaziali, la modellazione e l'elaborazione di dati geografici nonché di fornire documenti di divulgazione e di sintesi del progetto.

4. NOMENCLATURA

Per chiarezza si riporta la nomenclatura scientifica di tutte le specie citate nel testo, sia quella ufficialmente adottata sinora (Gandolfi *et al.*, 1991), sia quella recentemente aggiornata (Kottelat & Freyhof, 2007; IUCN, 2015). In tutti i testi ed allegati, pertanto, non vengono indicati i nomi latini, per i quali si dovrà far riferimento al presente elenco.

Nome comune	Gandolfi et al, 1991	Kottelat & Freyhof, 2007; IUCN, 2015
Acerina	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	<i>Gymnocephalus cernuus</i>
Alborella	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	<i>Alburnus arborella</i>
Agone	<i>Alosa fallax lacustris</i>	<i>Alosa agone</i>
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Anguilla anguilla</i>
Barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>	<i>Barbus plebejus</i>
Barbo canino	<i>Barbus meridionalis</i>	<i>Barbus caninus</i>
Bottatrice	<i>Lota lota</i>	<i>Lotalota</i>
Cagnetta	<i>Salaria fluviatilis</i>	<i>Salaria fluviatilis</i>
Carassio	<i>Carassius carassius</i> / <i>C. auratus</i>	<i>Carassius carassius</i> / <i>C. auratus</i>
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio</i>
Carpione	<i>Salmo carpio</i>	<i>Salmo carpio</i>
Cavedano comune	<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Squalius squalus</i>
Cobite comune	<i>Cobitis taenia</i>	<i>Cobitis bilineata</i>
Cobite mascherato	<i>Sabanejewia larvata</i>	<i>Sabanejewia larvata</i>
Coregone lavarello	<i>Coregonus lavaretus</i>	<i>Coregonus lavaretus</i>
Coregone bondella	<i>Coregonus macrophthalmus</i>	<i>Coregonus macrophthalmus</i>
Coregone ibrido	<i>Coregonus "forma hybrida"</i>	<i>Coregonus "forma hybrida"</i>
Gambusia	<i>Gambusia affinis holbrooki</i>	<i>Gambusia holbrooki</i>
Gardon o Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>
Ghiozzo padano	<i>Padogobius martensii</i>	<i>Padogobius bonelli</i>
Gobione padano	<i>Gobio gobio</i>	<i>Gobio benacensis</i>
Gobione europeo	<i>Gobio gobio</i>	<i>Gobio gobio</i>
Lasca	<i>Chondrostoma genei</i>	<i>Protochondrostoma genei</i>
Luccio europeo*	<i>Esox lucius</i>	<i>Esox lucius</i>
Luccio italico*	<i>Esox lucius</i>	<i>Esox cisalpinus</i>
Lucioperca	<i>Stizostedion lucioperca</i>	<i>Sander lucioperca</i>
Persico reale	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Perca fluviatilis</i>
Persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i>	<i>Lepomis gibbosus</i>
Persico trota o boccalone	<i>Micropterus salmoides</i>	<i>Micropterus salmoides</i>
Pesce gatto nero	<i>Ictalurus melas</i>	<i>Ameiurus melas</i>
Pigo	<i>Rutilus pigus</i>	<i>Rutilus pigus</i>
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	<i>Pseudorasbora parva</i>

Nome comune	Gandolfi et al, 1991	Kottelat & Freyhof, 2007; IUCN, 2015
Rodeo amaro	<i>Rhodeus sericeus</i>	<i>Rhodeus amarus</i>
Salmerino di fonte	<i>Salvelinus fontinalis</i>	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Salmerino alpino	<i>Salvelinus alpinus</i>	<i>Salvelinus alpinus</i>
Sanguinerola (nativa)	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>
Sanguinerola europea	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>
Savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>	<i>Chondrostoma soetta</i>
Scardola (nativa)**	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<i>Scardinius hesperidicus</i>
Scardola europea**	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
Scazzone	<i>Cottus gobio</i>	<i>Cottus gobio</i>
Siluro d'Europa	<i>Silurus glanis</i>	<i>Silurus glanis</i>
Spinarello	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
Storione comune	<i>Acipenser sturio</i>	<i>Acipenser sturio</i>
Storione cobice	<i>Acipenser naccarii</i>	<i>Acipenser naccarii</i>
Temolo	<i>Thymallus thymallus</i>	<i>Thymallus thymallus</i>
Tinca	<i>Tinca tinca</i>	<i>Tinca tinca</i>
Triotto	<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	<i>Rutilus aul</i>
Trota fario (nativa)	<i>Salmo (trutta) trutta</i>	<i>Salmo cenerinus</i>
Trota fario (europea)	<i>Salmo (trutta) trutta</i>	<i>Salmo trutta</i>
Trota iridea	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Trota lacustre	<i>Salmo (trutta) trutta</i> ecotipo lacustre	<i>Salmo sp.</i> forma lacustre***
Trota marmorata	<i>Salmo trutta marmoratus</i>	<i>Salmo marmoratus</i>
Vairone	<i>Leuciscus souffia</i>	<i>Telestes muticellus</i>

*All'interno del testo viene utilizzata la dizione generica "luccio (*Esox sp.*)", laddove non si ha la certezza dell'attribuzione all'una e/o all'altra specie (italico o europeo) presenti nelle acque italiane, ma da poco considerate specie distinte.

**All'interno del testo viene utilizzata la dizione generica "scardola (*Scardinius sp.*)", laddove non si ha la certezza dell'attribuzione all'una e/o all'altra specie (padana o europea) presenti nelle acque italiane, ma da poco considerate specie distinte.

*** non è chiara nella fonte l'attribuzione tassonomica della forma lacustre a *Salmo cenerinus* oppure a *Salmo marmoratus*. Si ritiene verosimile che la trota lacustre presente nei laghi lombardi possa anche derivare dall'adattamento ecologico della specie non nativa *Salmo trutta*.

5. LA PESCA PROFESSIONALE IN LOMBARDIA

5.1 I PESCATORI DI PROFESSIONE

Attraverso i contatti con le Amministrazioni Provinciali, sono state raccolte informazioni aggiornate relative alla condizione della pesca di mestiere nei vari distretti provinciali della Regione Lombardia. I dati e le informazioni raccolte sono riassunti nelle tabelle e nei grafici seguenti.

Sul Lago di Garda esercitano 44 pescatori lombardi (Provincia di Brescia) e 61 veneti (Provincia di Verona), per un totale di 105 pescatori, sul Lago di Como pescano 77 pescatori di professione (in prevalenza residenti in Provincia di Como), sull'Iseo esercitano in 39 mentre sul Verbano praticano la pesca di mestiere solo in 40 (di cui 18 lombardi); si precisa che in quest'ultimo lago, oltre ai 14 pescatori professionisti iscritti all'albo della Provincia di Verbania (di cui 11 che esercitano) e 8 iscritti all'albo della Provincia di Novara, sono da segnalare 64 titolari di diritti esclusivi di pesca (Suna e Pallanza), di cui 30 che esercitano saltuariamente l'attività di pesca all'interno del golfo di Suna e Pallanza. Per quanto riguarda i laghi più piccoli, sul Lago di Varese attualmente esercitano la pesca di professione in 4, sull'Idro in 2 e sul Mezzola in 5 (di cui 4 della Provincia di Como che pescano anche nel Lario).

	BG	BS	CO	LC	SO	VA	Veneto	Piemonte	tot
L. di GARDA		44					61		105
L. MAGGIORE						18		22*	40
L. di COMO	1		56	20					77
L. d'ISEO	3	36							39
L. di VARESE						4			4
L. d'IDRO		2							2
L. di MEZZOLA			4		1				5

Tabella 2. Numero di pescatori professionisti esercitanti sui 7 laghi in studio, distinti per province (*pescatori iscritti agli albi provinciale di Novara e Verbania, esclusi i titolari diritti esclusivi)

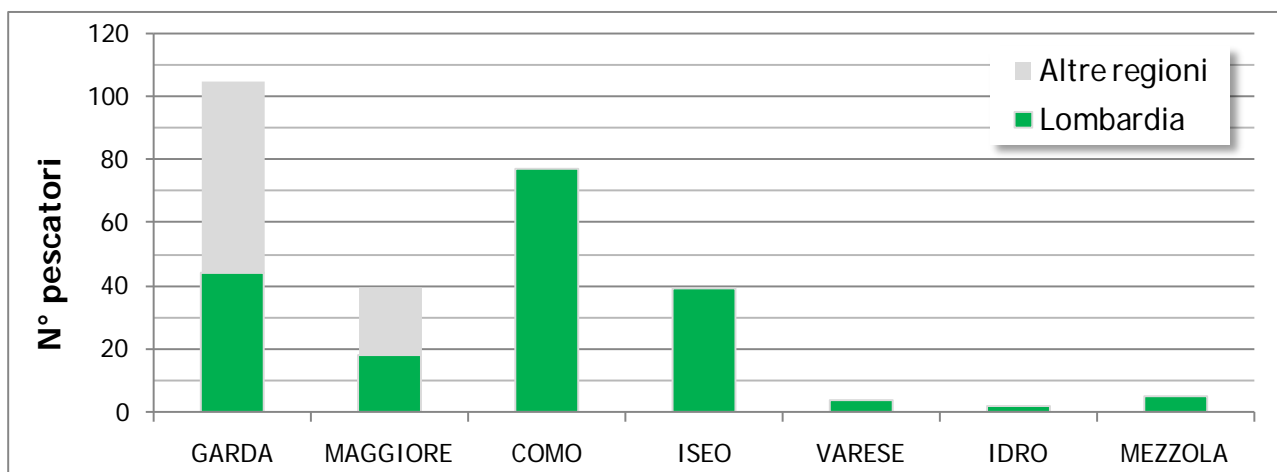


Figura 3. Numero totale di pescatori professionisti esercitanti sui 7 laghi in studio

Nella tabella seguente e nel grafico successivo, il numero totale di pescatori che esercitano su ognuno dei 7 laghi in studio è rapportato alla superficie lacustre. Come si può osservare, i laghi che presentano il maggior numero di pescatori a parità di superficie sono i Laghi di Mezzola, Iseo e Como mentre i laghi che presentano la minore densità di pescatori professionisti sono il Lago d'Idro e il Maggiore.

	Lombardia	Altre regioni	Km ²	Pescatori/Km ²
L. di MEZZOLA	5	-	5.85	0.85
L. d'ISEO	39	-	61.8	0.63
L. di COMO	77	-	145.9	0.53
L. di GARDA	44	61	368	0.29
L. di VARESE	4	-	14.8	0.27
L. MAGGIORE	18	22	212.5	0.19
L. d'IDRO	2	-	11.4	0.18

Tabella 3. Numero totale di pescatori professionisti esercitanti sui 7 laghi in studio e relativo numero di pescatori su km² (*pescatori iscritti all'albo provinciale di Verbania, esclusi i titolari diritti esclusivi)

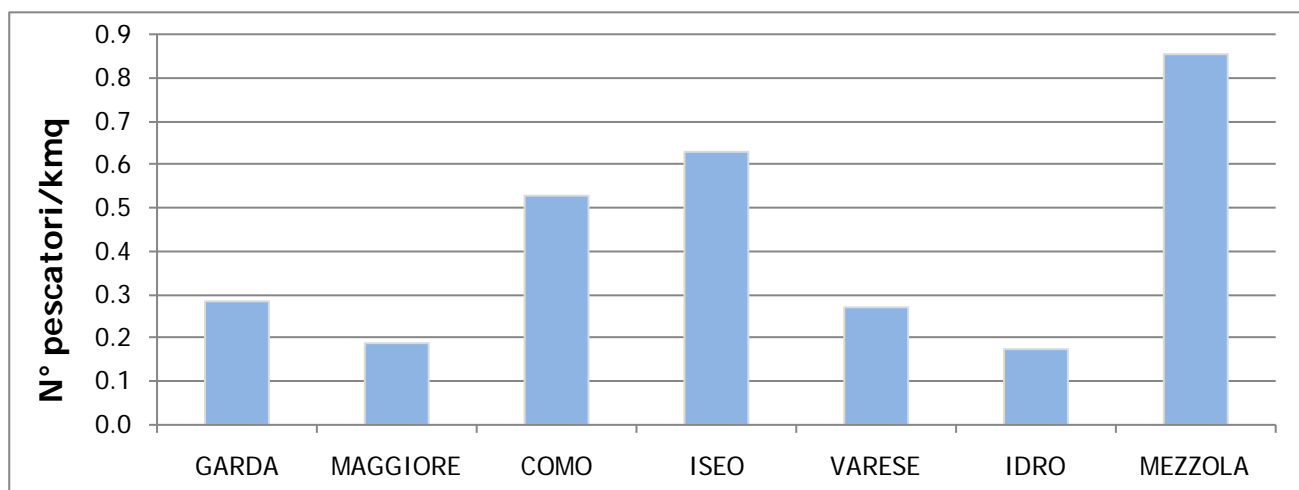


Figura 4. Numero di pescatori professionisti su km² nei 7 laghi in studio

Nel grafico seguente è riportato l'andamento dal 2008 ad oggi del numero totale di pescatori professionisti lombardi esercitanti sui 7 laghi in studio.

Come si può osservare dai dati, dal 2008 si nota un leggero incremento, imputabile soprattutto ad un aumento del numero di pescatori sul Lago di Como e sul Lago d'Iseo.

Nei Laghi di Garda, di Varese, d'Idro e di Mezzola si assiste invece ad una leggera inflessione del numero di pescatori professionisti aventi la licenza.

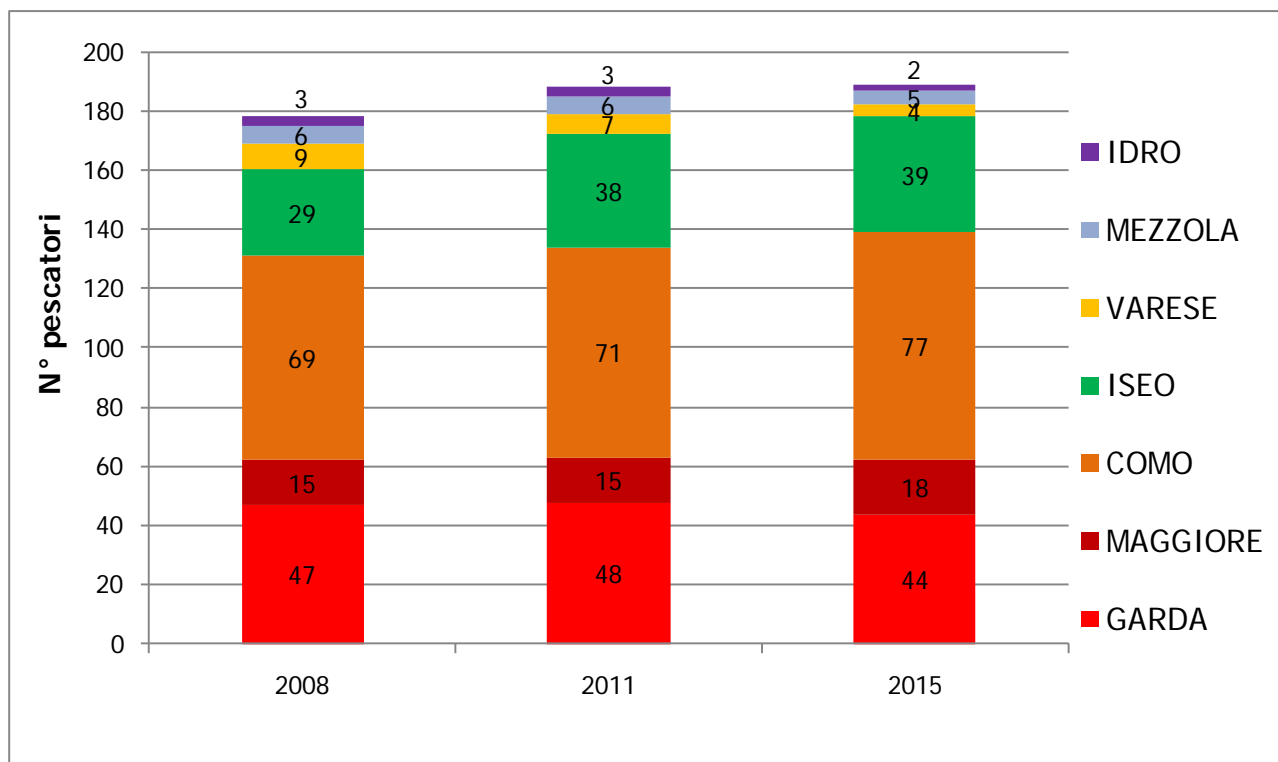


Figura 5. Andamento del numero di pescatori professionisti lombardi esercitanti sui 7 laghi in studio dal 2008 ad oggi

5.2 DATI DEL PESCATO

L'andamento del pescato nei laghi è condizionato da una molteplicità di fattori complessamente interagenti tra di loro. È di immediata e intuitiva constatazione che il catturato della pesca di mestiere dipende innanzitutto dalla composizione, dalla abbondanza e dalla struttura di popolazione delle specie ittiche presenti nell'ecosistema lacustre. Queste a loro volta dipendono da una serie di fattori chimico-fisici (ad esempio lo stato trofico), meteorologici (che condizionano la temperatura delle acque), morfologici (le dimensioni e la profondità del lago) e antropici (introduzione di specie alloctone) che spesso interagiscono tra loro determinando risposte biologiche complesse. Oltre che dalle variazioni temporali in seno alla comunità ittica, il pescato commerciale è altresì condizionato anche dall'intensità e dalle modalità del prelievo a loro volta connesse alle richieste del mercato. Pertanto, se da un lato le informazioni provenienti dal pescato commerciale possono essere utilizzate per stimare l'evoluzione delle comunità ittiche lacustri, dall'altro va tenuto però presente che le risposte del pescato alle variazioni in atto nella comunità ittica possono non essere del tutto concomitanti al loro primo manifestarsi ma essere percepite e registrate in un secondo tempo.

Nel caso dei grandi laghi i dati relativi al pescato commerciale sono di norma gli unici disponibili per la ricostruzione della comunità ittica e delle tendenze evolutive della popolazione delle singole specie.

Di seguito si riportano in sintesi le informazioni sul pescato dei singoli corpi idrici della Regione Lombardia per i quali esiste una attività di pesca professionale.

5.2.1 LAGO DI GARDA

Relativamente al Lago di Garda lombardo, è disponibile solo il dato del pescato del 2010. Le tre specie maggiormente catturate sono il coregone (30 t), l'agone (18,5 t) e il pesce persico (10,8 t) per un quantitativo complessivo di 59,4 tonnellate (Figura 6). Le restanti 23,2 tonnellate di pescato sono costituite perlopiù da specie di interesse secondario. Il pescato totale per l'anno 2010 ammonta circa a 82 tonnellate.

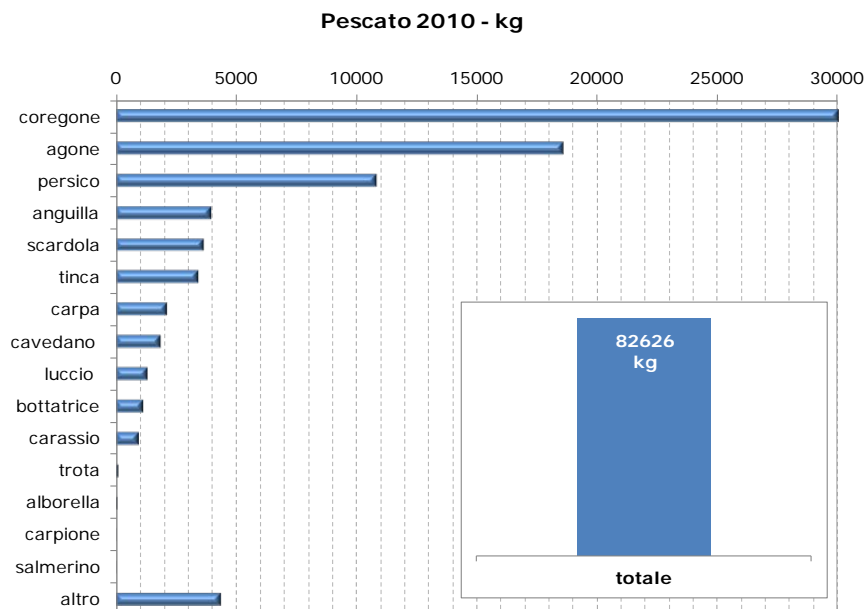


Figura 6. Pescato nel 2010 (per specie e totale) (Regione Lombardia 2012)

Come visibile in Figura 7, circa il 60% delle specie pelagiche catturate nel 2010 è rappresentato dal coregone, il 38% dall'agone, mentre il quantitativo pescato relativo ad altre specie è del tutto secondario.

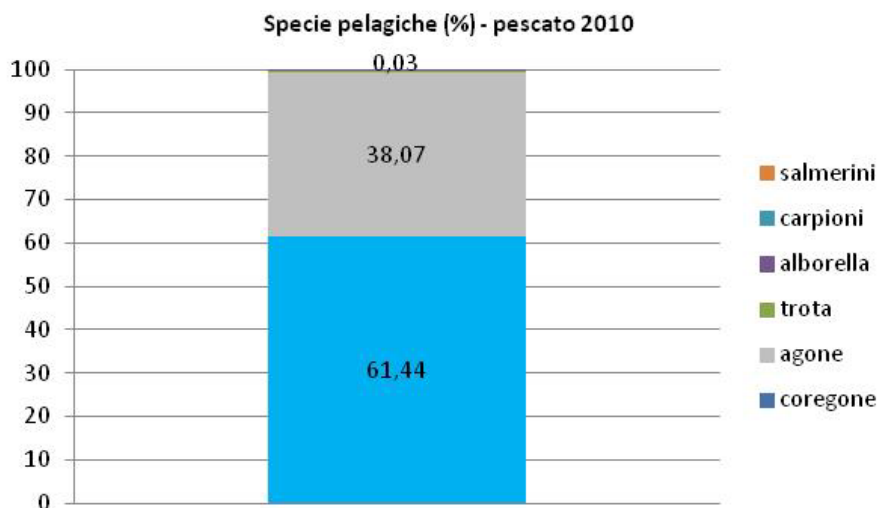


Figura 7. Composizione (%) per specie del pescato del 2010, specie pelagiche. (Regione Lombardia 2012)

Come visibile in Figura 8 circa il 37% delle specie litorali catturate nel 2010 è rappresentato dal pesce persico: altre tre specie sono catturate in quantità paragonabili tra loro e significative (anguilla, scardola, tinca).



Figura 8. Composizione (%) per specie del pescato del 2010, specie litorali. (Regione Lombardia 2012)

5.2.2 LAGO MAGGIORE

Per quanto concerne il Lago Maggiore è disponibile una serie storica di dati dal 1978 al 2011 (Volta *et al.*, 2013), mediante la quale è possibile ricostruire l'andamento dell'attività di pesca (e quindi indirettamente delle specie di maggiore interesse in questo ambito). Nei grafici si mostra il pescato totale per il Lago Maggiore dal 1978 al 2011: il pescato risulta notevolmente variabile nel corso del periodo indagato, con valori massimi raggiunti negli anni '80 e valori minimi nella seconda metà degli anni '90, in corrispondenza del periodo di divieto alla pesca dei Coregonidi in Italia a causa della presenza del DDT.

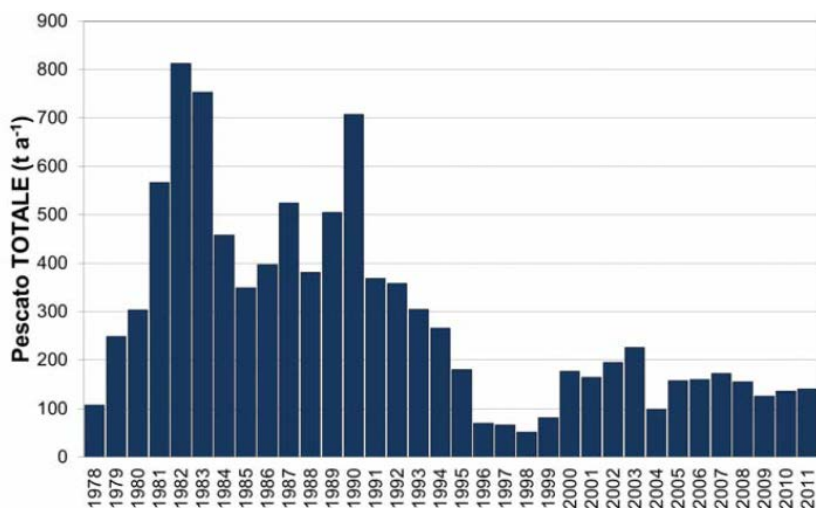


Figura 9. Andamento del pescato totale (t a⁻¹) relativo all'intero Lago Maggiore. (1978: dati riferiti alla sola porzione svizzera) (Volta *et al.*, 2013).

Il pescato totale medio nell'arco di tempo indagato è di 296,5 t, con un valore massimo di 808 t nel 1982 e minimo di 51,8 t nel 1998. L'aumento del pescato verificatosi nel periodo 2000-2003 è dovuto alle "pescate di sfoltimento" di agone e gardon, particolarmente abbondanti in quegli anni. Il pescato si è stabilito dal 2005 a circa 150 t annue grazie anche alla ripresa della pesca ai coregonidi nella porzione italiana del lago. Il pescato complessivo svizzero ha costituito mediamente il 29% del pescato totale del Verbano. Il contributo ponderale delle diverse specie evidenzia variazioni piuttosto significative nel corso del periodo considerato.

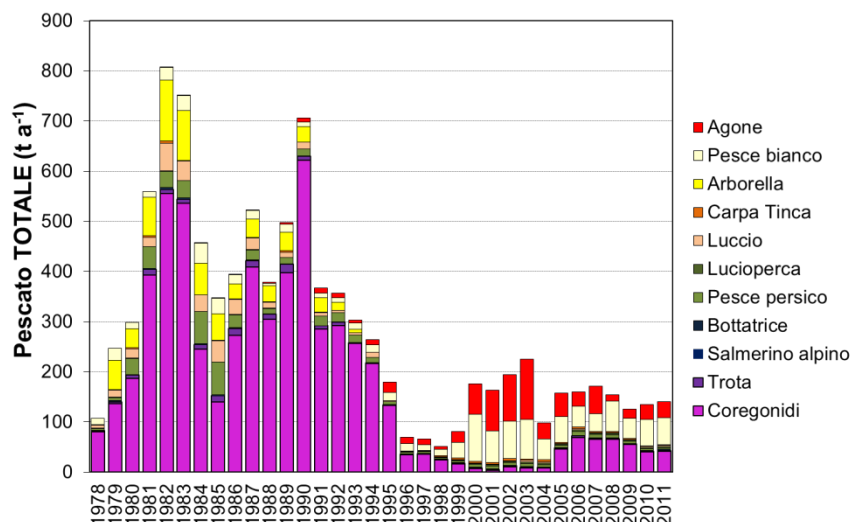


Figura 10. Pescato delle principali specie ittiche di interesse commerciale relativo all'intero Lago Maggiore. Il pesce bianco è costituito fino al 1995 da scardola, cavedano, pigo e savetta. A partire del 1996 è costituito invece prevalentemente dal gardon

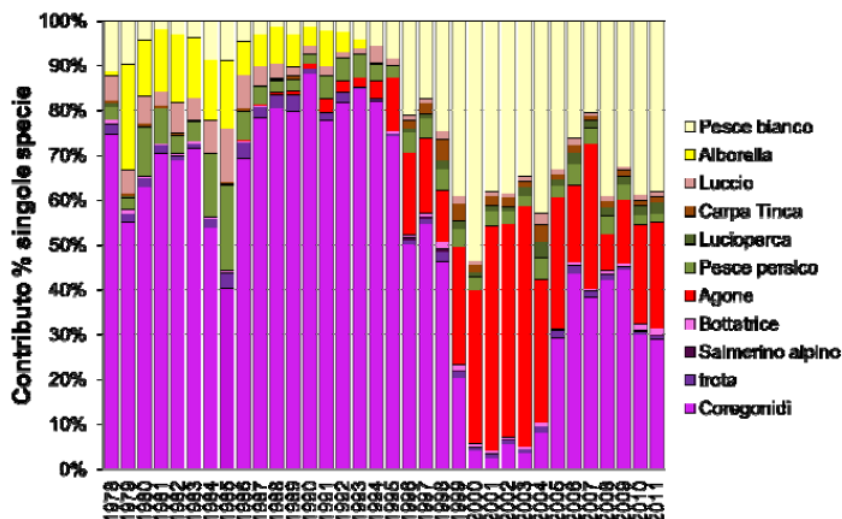


Figura 11. Composizione percentuale del pescato totale relativo all'intero Lago Maggiore. Il pesce bianco è costituito fino al 1994 da scardola, cavedano, pigo e savetta. A partire del 1996 è costituito invece prevalentemente dal gardon (Volta et al., 2013)

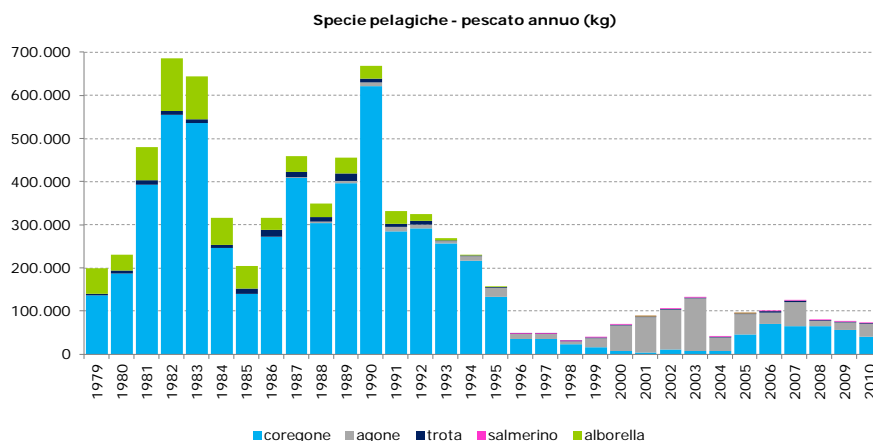


Figura 12. Andamento annuo del pescato (kg) dal 1978 al 2010, relativo alle specie pelagiche (Regione Lombardia 2012)

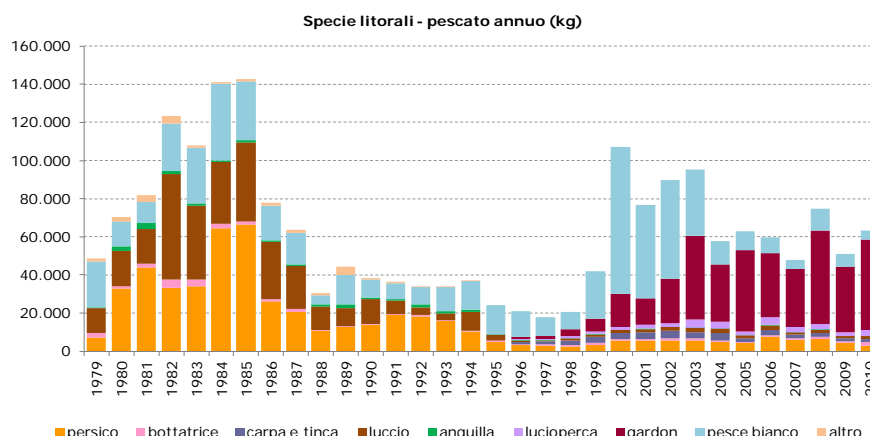


Figura 13. Andamento annuo del pescato (kg) dal 1978 al 2010, relativo alle specie litorali (Regione Lombardia 2012)

Alla prevalenza dei coregonidi nel pescato degli anni '80 e '90 ha fatto seguito un aumento di importanza di agone e gardon dal 2000 ad oggi. Il pesce bianco (dal 1998 costituito in netta prevalenza da gardon) e l'agone costituiscono nel loro insieme la componente principale dell'attuale pescato.

Il catturato annuo complessivo di Coregonidi nel Verbano durante il periodo 1979-1995 è risultato essere mediamente di 317 tonnellate, per attestarsi a circa 60 tonnellate nel 2010, valore annuo nettamente inferiore a quelli raggiunti negli anni '80 e '90. Questo dato di fatto è forse ricollegabile al processo di "oligotrofizzazione" intervenuto nel Verbano negli ultimi decenni. Il catturato complessivo di agone ha mostrato un *trend* in crescita a partire dagli anni '90, fino al picco massimo di 123 tonnellate, raggiunto in occasione del programma contenimento della specie. Il pescato di gardon ha mostrato un'evoluzione parallela a quella dell'agone, attestandosi attualmente intorno alle 40 tonnellate. Tra le variazioni più significative a carico delle singole specie vanno sottolineate anche la scomparsa pressoché totale dell'alborella e la drastica riduzione della trota.

Il catturato di pesce persico per l'intero Verbano (circa 26 tonnellate negli anni '80) ha mostrato una diminuzione progressiva fino ai valori minimi registrati del periodo 1996-2004 (4 tonnellate) per poi aumentare leggermente dal 2005 ad oggi (circa 5 tonnellate). Il pescato di lucioperca è invece aumentato a partire dal 1996. Delle altre specie ittiche, il luccio ha raggiunto suoi valori produttivi massimi (oltre 50 t annue) nella prima metà degli '80 per poi decrescere sensibilmente. Fino al 1995 il pescato di luccio ammontava comunque mediamente a circa 17 tonnellate, precipitando successivamente a sole 1,5 tonnellate circa. Il catturato di carpa e tinca ha evidenziato andamento più variabile raggiungendo i suoi valori massimi nei primi anni '80 (in media circa 2 tonnellate) per poi decrescere fino alla prima metà degli anni '90. Successivamente è nuovamente aumentato fino a raggiungere valori simili o leggermente superiori a quelli degli anni '80 (circa 2,5 tonnellate annue).

La produzione ittica del Verbano ha registrato nel volgere di pochi decenni radicali modifiche sostanzialmente riassumibili in:

- una prima fase di imponente incremento ponderale (a seguito del forte sviluppo demografico ed industriale registratosi nel bacino imbrifero del corpo d'acqua);
- un vistoso e rapido calo (effetto della riduzione della produttività del bacino in seguito all'adozione degli impianti di depurazione con conseguente riduzione dei carichi di nutrienti e materiale organico nel lago).

È necessario ribadire che la quantità di pescato è soggetta alle variazioni dello sforzo di pesca negli anni, difficilmente quantificabili in quanto esso negli anni si è ridotto in termini di numero di pescatori, ma è anche aumentato in termini di sviluppo delle tecnologie utilizzate.

L'analisi del pescato professionale del Verbano relativo al periodo 1978-2011 consente di delineare con affidabile approssimazione la corrispondente evoluzione temporale in termini quantitativi e strutturali del suo

popolamento ittico. Si delinea una correlazione tra la concentrazione di fosforo – principale fattore limitante la produttività biologica lacustre – e la produttività ittica.

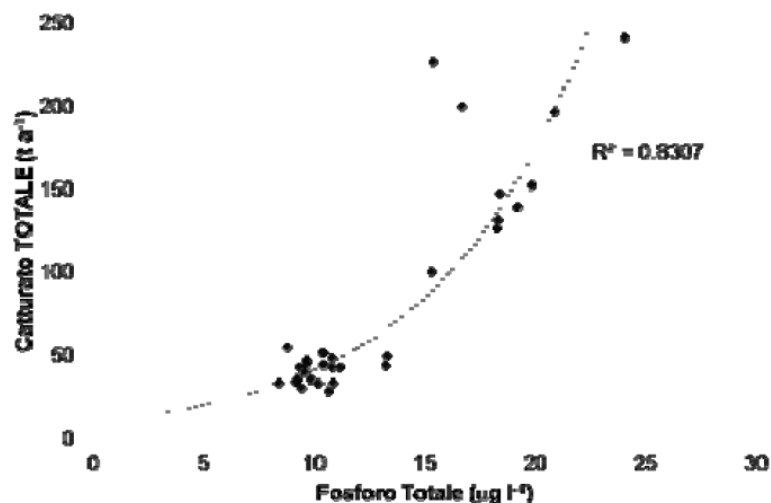


Figura 14. Correlazione tra le concentrazioni medie annue di fosforo totale (Ptot; C.N.R.-I.S.E.) e del pescato totale nella porzione svizzera del lago. I dati inerenti il pescato sono sfasati di due anni rispetto alle concentrazioni di fosforo (Volta et al., 2013).

All'aumento della concentrazione di fosforo si ha un parallelo aumento di abbondanza di Ciprinidi a svantaggio di famiglie più esigenti, quali anzitutto quella dei Salmonidi.

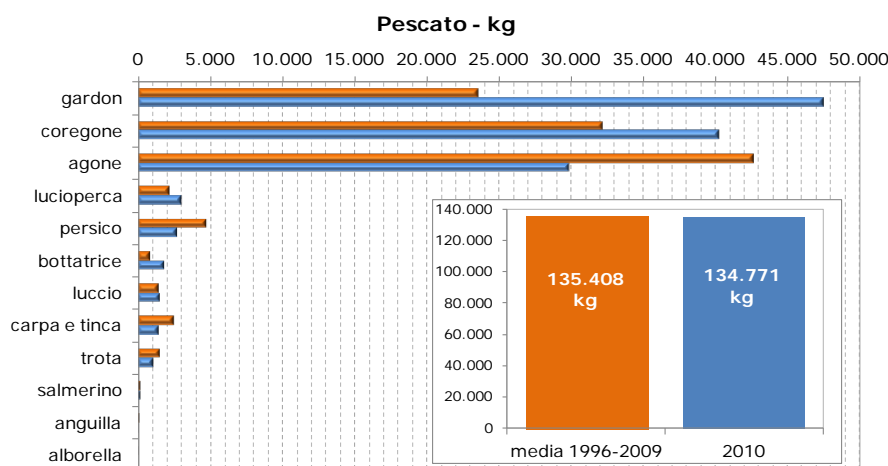


Figura 15. Pescato nel 2010 (per specie e totale) rispetto alla media del pescato del periodo (1996-2009). (Regione Lombardia 2012)

Considerando a caratteri generali la pesca professionale nel Lago Maggiore si possono definire come specie di interesse principale il coregone (il cui divieto di pesca è stato revocato nel 2005) e il pesce persico (tra le specie litorali). Quest'ultimo è determinante non tanto per il quantitativo pescato, quanto per l'ingente richiesta locale, che ne determina un alto valore commerciale. La pesca dell'agone, tutt'ora interdetta, ha assunto importanza notevole (in termini di quantitativi pescati) solo dagli anni '90. Altre specie litorali di importanza aleutica sono il luccio e la tinca. Dai dati disponibili si evince come l'incremento nell'abbondanza delle popolazioni di gardon, specie esotica, sia stata accompagnata ad una diminuzione del popolamento di coregoni e al drastico calo dell'alborella, le cui cause risultano tuttora poco chiare.

5.2.3 LAGO DI COMO E MEZZOLA

I quantitativi del pescato sui Laghi di Como e di Mezzola sono stati forniti dalla Provincia di Como. Nel 2013 i pescatori di professione che hanno lavorato nel Lario e/o nel Lago di Mezzola sono stati 72. Per la sesta volta negli ultimi 10 anni il pescato complessivo ha superato le 200 tonnellate. In Figura 16 è riportato il pescato dell'anno 2013, confrontato con la media del pescato dal 1996 al 2012.

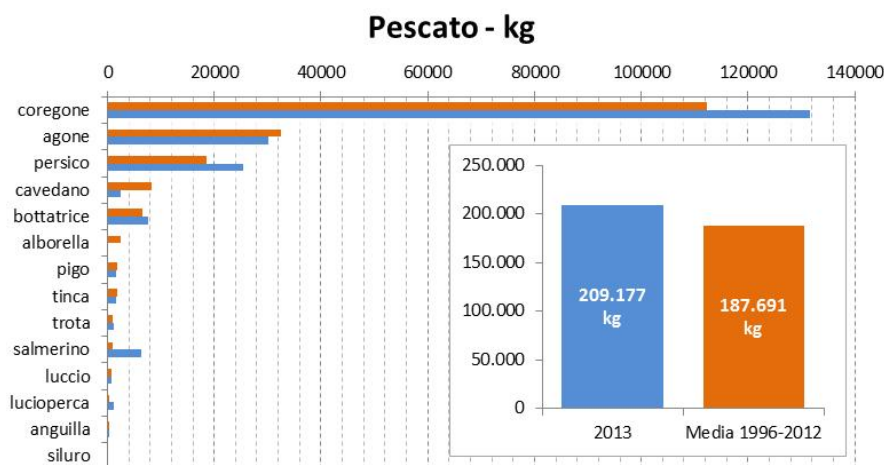


Figura 16. Pescato nel 2013 (per specie e totale) rispetto alla media del pescato del periodo (1996-2012) (Provincia di Como 2014)

Circa il 90% del pescato globale è costituito da tre specie: coregone, agone e pesce persico. I coregoni sono di gran lunga la specie più abbondante e rappresentano oltre il 60% del pescato totale (nel 2013 ne sono stati pescati 131 tonnellate). Il pescato di agoni è in aumento dopo 5 anni di leggero declino; quello di pesce persico ha raggiunto 254 quintali. Si riscontra un aumento significativo di catture di salmerino e un notevole decremento di quelle di cavedano. La cattura di alborelle è pari a zero in quanto la specie è protetta con il divieto assoluto di pesca.

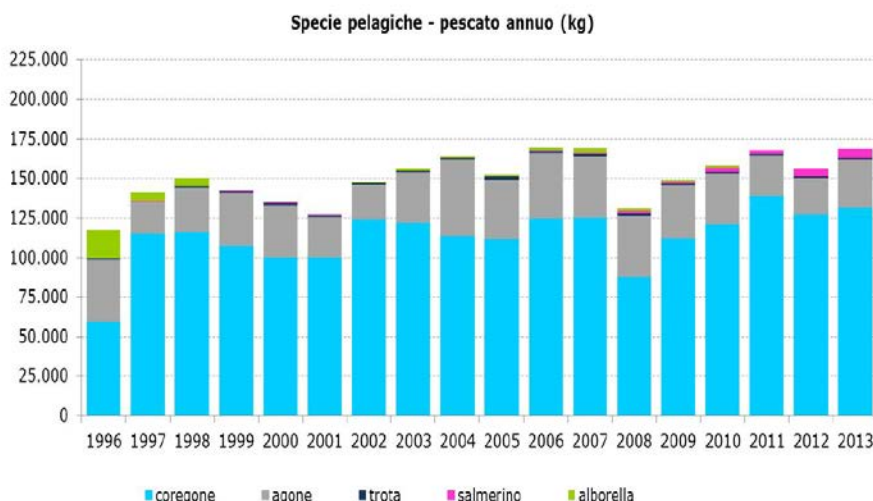


Figura 17. Andamento annuo del pescato (kg) dal 1978 al 2010, relativo alle specie pelagiche. (Regione Lombardia 2012; Provincia di Como 2014)

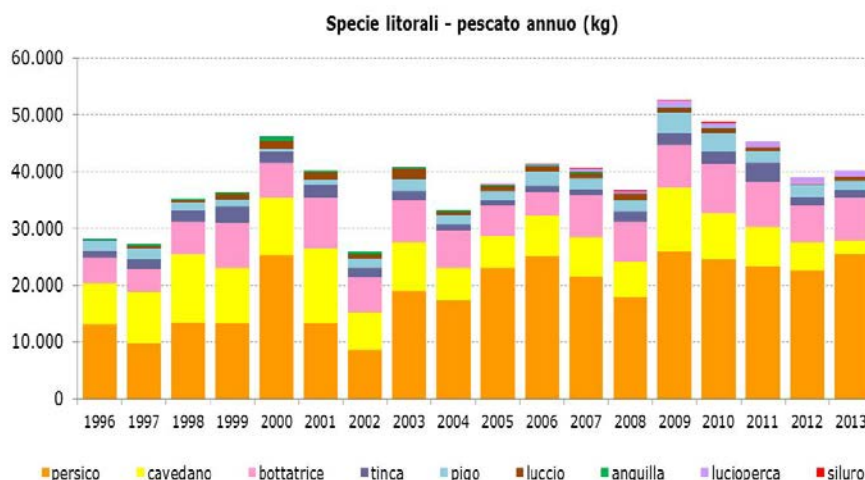


Figura 18. Andamento annuo del pescato (kg) dal 1978 al 2010, relativo alle specie litorali. (Regione Lombardia 2012; Provincia di Como 2014)

In conclusione il pescato del Lario è stabile ed è rappresentato per circa l'80% da specie pelagiche (in particolare coregone e agone) mentre circa il 10% è costituito dal pesce persico (specie di litorale), le cui catture hanno mostrato un incremento nell'ultimo quinquennio. I valori sono complessivi dei quantitativi pescati sul Lago di Mezzola.

5.2.4 LAGO D'ISEO

I quantitativi del pescato sul Lago d'Iseo (Figura 19) sono stati forniti dalle Province di Bergamo e Brescia; i quantitativi riportati in grafico sono relativi al totale catturato in entrambe le province nel 2010. La maggior parte del catturato è costituito da coregone, agone, persico reale e tinca, per un quantitativo di circa 14 tonnellate su un totale di 23 tonnellate, rappresentante il 66% del catturato annuo.

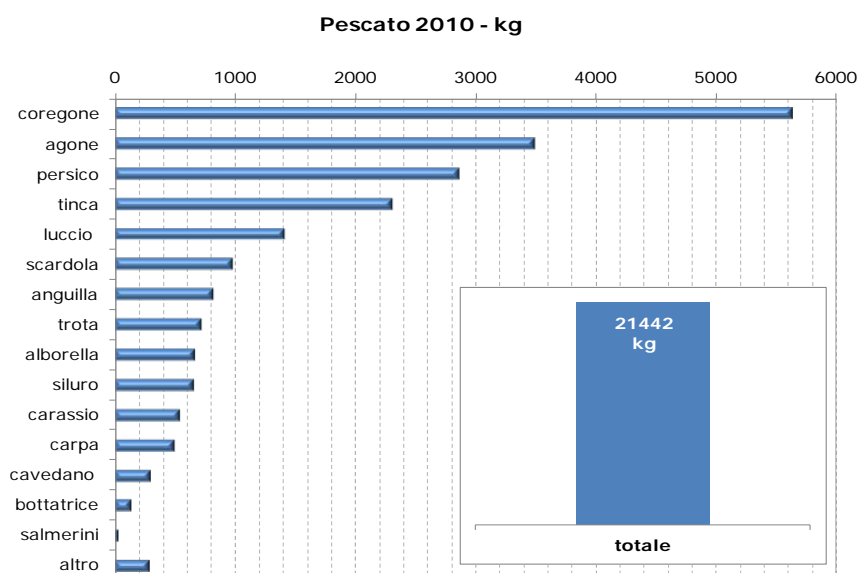


Figura 19. Pescato nel 2010 (per specie e totale). (Regione Lombardia 2012)

Circa il 49% delle specie pelagiche pescate nell'anno 2010 (Figura 20) è rappresentata dal coregone; il 35% dall'agone; il 7% dalla trota, il 6% dall'alborella e il 2,5% dai salmerini.

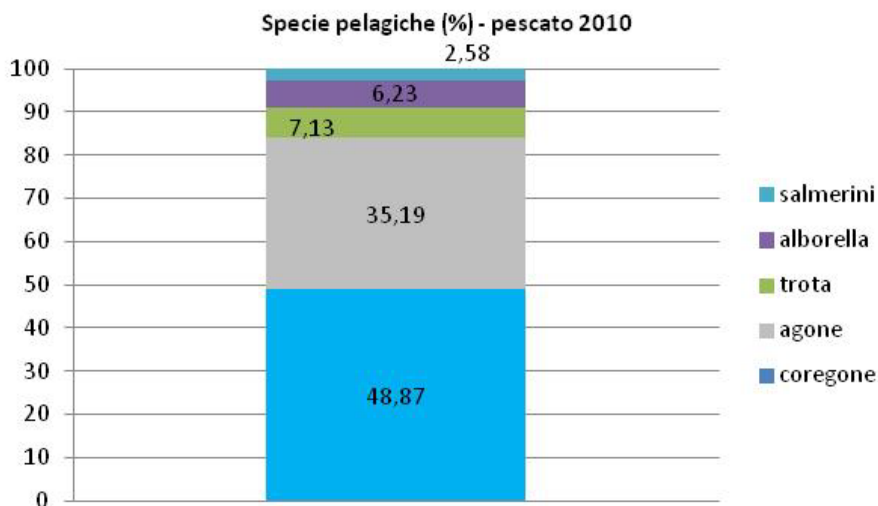


Figura 20. Composizione (%) per specie del pescato del 2010, specie pelagiche. (Regione Lombardia 2012)

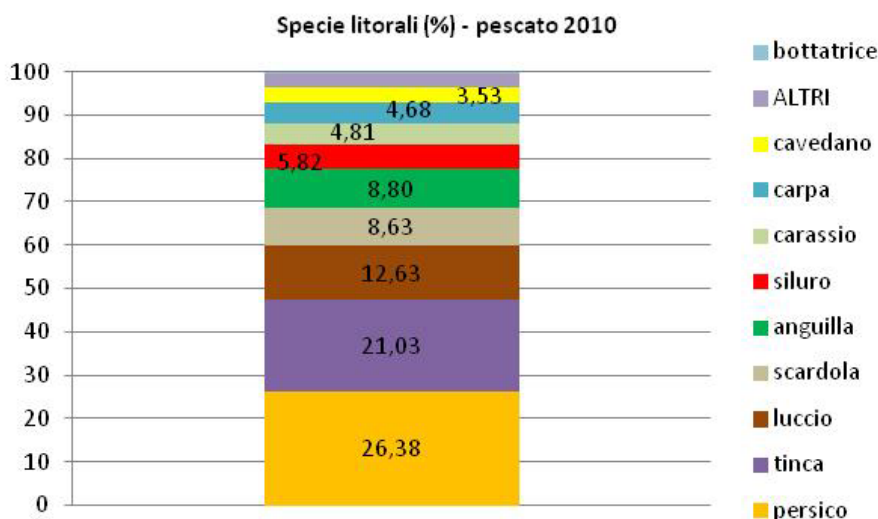


Figura 21. Composizione (%) per specie del pescato del 2010, specie litorali. (Regione Lombardia 2012)

Le specie litorali più catturate sul Lago d'Iseo sono il persico e la tinca (26,38% e 21,03% rispettivamente del pescato di specie litorali). Altre specie normalmente catturate sono il luccio, la scardola e l'anguilla.

5.2.5 LAGO DI VARESE

I dati del pescato più aggiornati a disposizione risalgono al 2007 e sono stati forniti dalla Provincia di Varese. Relativamente alla serie storica (Regione Lombardia, 2010), l'andamento del pescato professionale del Lago di Varese mostra un progressivo decremento dal 1957 al 1985. Già dalla seconda metà degli anni '60, pur rimanendo praticamente invariato lo sforzo di pesca, si è assistito ad un sensibile decremento delle catture con una diminuzione che è stata vicina all'86% e con la biomassa totale delle catture che è passata dagli 80.000 kg del 1965 a circa i 13.000 kg del 1985. Le prime specie che hanno subito questa forte diminuzione sono state l'alborella, fondamentale "specie foraggio" per il mantenimento degli equilibri della catena trofica, quindi il luccio ed il persico, quest'ultimo particolarmente rilevante dal punto di vista economico per la pesca professionale, che hanno mostrato già a partire dal 1973 i primi segni di decremento, fino ad arrivare verso la fine degli anni '80 alla quasi estinzione dell'alborella dal bacino e al minimo storico di catture di persico (1985). Le specie più pescate attualmente (2007) sono il carassio, il pesce gatto e la scardola.

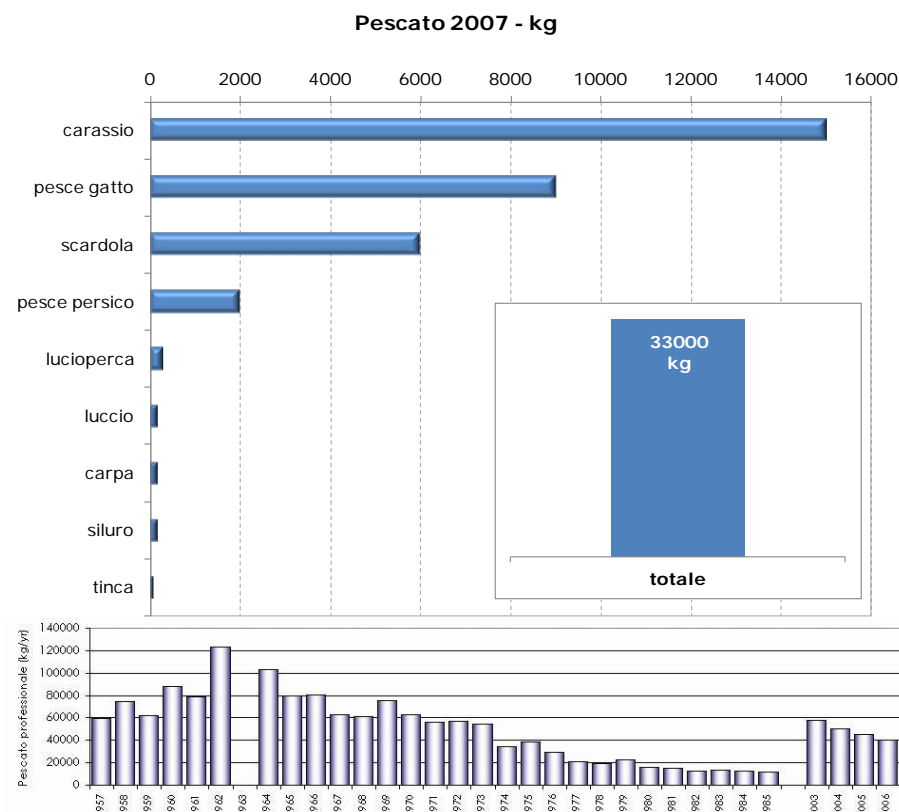


Figura 22. Pescato nel 2010 (sopra); andamento del pescato negli anni (sotto) (Regione Lombardia 2010).

5.2.6 LAGO D'IDRO

I quantitativi del pescato sul Lago d'Idro sono stati forniti dalla Provincia Brescia e sono relativi al 2010. La maggior parte del catturato è costituito da persico reale, tinca, bottatrice e scardola, per un quantitativo totale di circa 3 tonnellate su un complessivo di quasi 5 tonnellate.

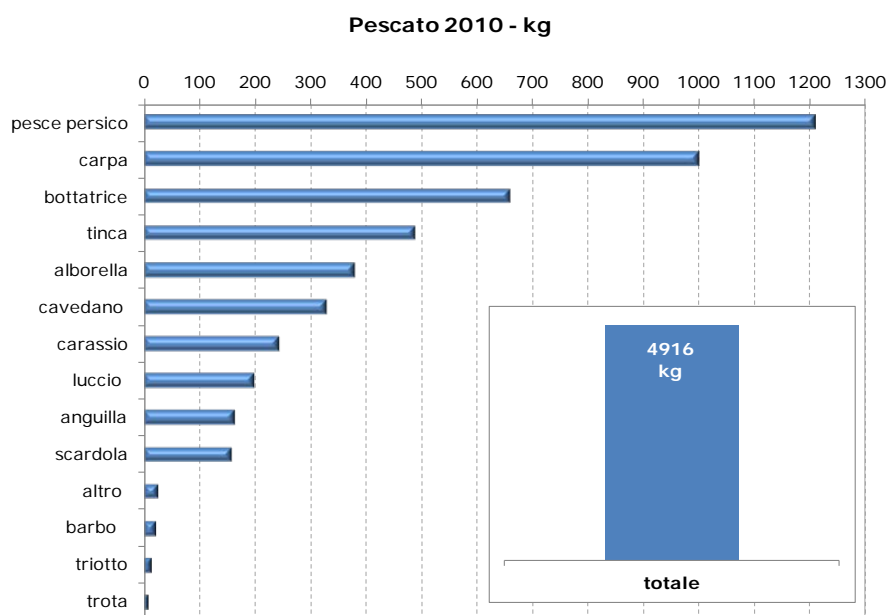


Figura 23. Pescato nel 2010 (per specie e totale). (Regione Lombardia 2012)

Il 97,5% circa delle catture di specie pelagiche è rappresentato dall'alborella: il restante 2,5 dalla trota (Figura 24).

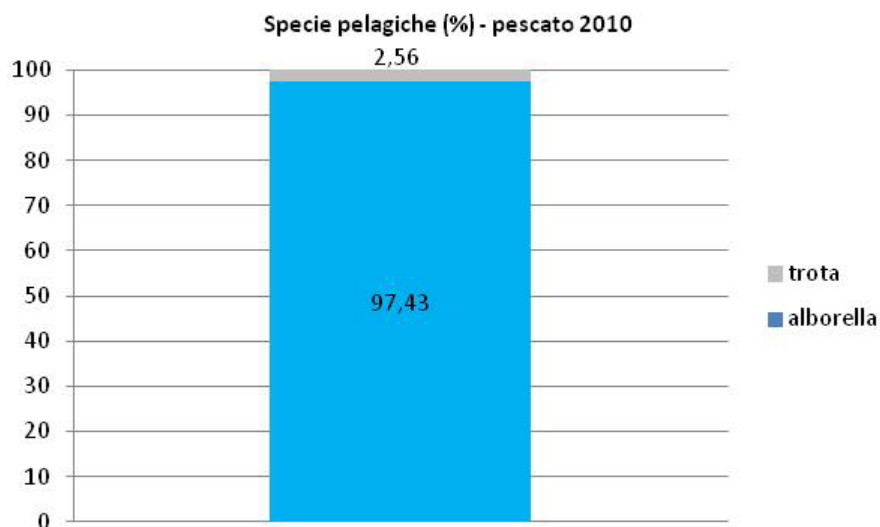


Figura 24. Composizione (%) per specie del pescato del 2010, specie pelagiche. (Regione Lombardia 2012)

Circa il 27% delle catture di specie litorali è rappresentato dal pesce persico; il 22% delle stesse è rappresentato da carpa: altre specie la cui cattura è relativamente comune sono la bottatrice, la tinca, il cavedano e il carassio (Figura 25).

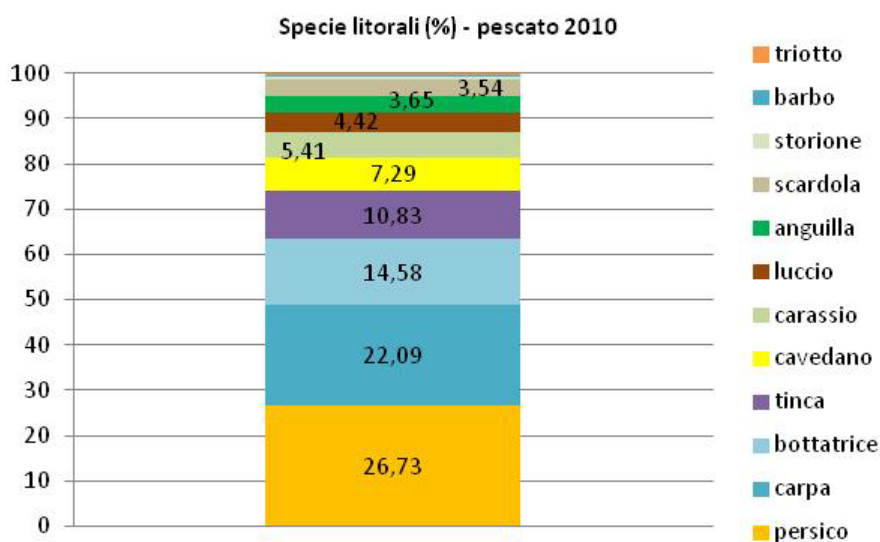


Figura 25. Composizione (%) per specie del pescato del 2010, specie litorali. (Regione Lombardia 2012)

6. CRONOLOGIA DELLE ATTIVITÀ

Come previsto da Disciplinare, le attività di campionamento sono state svolte nel periodo compreso tra Giugno 2013 e Novembre 2014 per la Macroattività 1 (1 campagna per lago) e la Macroattività 2 (3 campagne a cadenza quadrimestrale per lago). La fase di elaborazione dati e di realizzazione dei prodotti è stata condotta da Ottobre a Dicembre 2014. Causa condizioni meteo avverse il termine delle attività di campionamento della Macroattività 3 è stato prorogato, come meglio descritto nel capitolo relativo.

	2013							2014												2015		
ATTIVITÀ	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M
MACROATTIVITÀ 1: Campionamenti per la caratterizzazione delle comunità ittiche																						
L. Garda																						
L. Maggiore																						
L. Como																						
L. Iseo																						
L. Varese																						
L. Idro																						
L. Mezzola																						
MACROATTIVITÀ 2: Campionamenti per l'approfondimento sulle specie target																						
Garda																						
Agone		1°				2°						3°										
Coregone		1°				2°						3°										
Maggiore																						
Coregoni	1°				2°						3°											
Agone	1°				2°						3°											
Como																						
Agone		1°				2°							3°									
Salmerino	1°				2°		2°				3°											
Iseo																						
Coregone		1°			2°									3°								
Agone		1°			2°						3°											
Varese																						
Persico	1°			2°					3°		3°											
Lucioperca	1°			2°					3°		3°											
Idro																						
Persico		1°			2°							3°										
Alborella		1°			2°							3°										
Mezzola																						
Coregone	1°					2°					3°											
Bottatrice	1°					2°					3°											
MACROATTIVITÀ 3: Campionamenti per il monitoraggio dell'anguilla																						
F. Ticino																						
F. Adda																						
F. Oglio																						
F. Bardello																						
F. Chiese																						
F. Mincio																						
MACROATTIVITÀ 4: Prodotti di divulgazione e gestione dati																						
Consegna prodotti																						

Tabella 4. Cronologia dei campionamenti svolti

MATERIALI, METODI E CONTENUTI DEL PROGETTO

7. MACROATTIVITÀ 1 -CENSIMENTO ITTICO

La **Macroattività 1** è finalizzata a descrivere le comunità ittiche e le strutture di popolazione delle specie che le compongono nei 7 principali laghi lombardi (Verbano, Varese, Lario, Mezzola, Sebino, Eridio, Benaco) e alla valutazione dello stato ecologico degli stessi mediante l'applicazione del *Lake Fish Index – LFI* indice di legge. Si propone di analizzare in maniera critica i risultati ottenuti per definire criteri, modalità e strategie di sfruttamento sostenibile delle loro risorse ittiche.

7.1 CONTENUTI MONOGRAFIE WP1 PER LAGO

Sono state predisposte **7 relazioni finali** relative alla caratterizzazione dei popolamenti ittici di ognuno dei 7 laghi oggetto dello studio, i cui codici sono:

- Lago di Garda: **GAR-WP1**
- Lago Maggiore: **MAG-WP1**
- Lago di Como: **COM-WP1**
- Lago di Iseo: **ISE-WP1**
- Lago di Varese: **VAR-WP1**
- Lago d'Idro: **IDR-WP1**
- Lago di Mezzola: **MEZ-WP1**

Ogni rapporto ha i seguenti contenuti:

- Determinazione della composizione e della struttura del popolamento ittico di ciascun lago con una valutazione dell'abbondanza relativa delle singole specie.
- Applicazione del *Lake Fish Index* e la classificazione dello stato ecologico dei laghi in oggetto nelle cinque classi di qualità previste dall'indice (RQE Rapporto di Qualità Ecologica), secondo il DM 260/2010.
- Individuazione dei fattori di alterazione che incidono sulle classi di qualità RQE dei popolamenti ittici esaminati.
- Indicazioni relative alle azioni faunistiche, ambientali e di limitazioni del prelievo di pesca in grado di contrastare i fattori di alterazione di cui al punto precedente.
- Definizione dei dati di cattura per unità di sforzo (CPUE) per ogni specie ittica e per ogni lago

Di seguito si specifica la struttura di OGNUNA DELLE 7 RELAZIONI FINALI relative ai 7 censimenti ittici.

1. Descrizione delle attività di campionamento eseguite

- Dettaglio delle campagne di censimento.
- Carta dei punti di posizionamento reti.

2. Composizione quali-quantitativa in specie della comunità ittica

- Analisi e commento dei risultati (grafici di composizione quali-quantitativa delle comunità ittiche, grafici a torta, grafici a barre); nel caso di disponibilità di dati pregressi, è stato realizzato un confronto con quelli attuali.

- Carte di composizione della comunità ittica: distribuzione specie autoctone/alloctone, abbondanza assoluta dei campioni raccolti in funzione del punto indagato, preferenza di habitat.

3. Studio delle specie più significative

- Struttura di popolazione (distribuzione in classi di lunghezza).
- Accrescimento ponderale (grafici di relazione lunghezza-peso).
- Accrescimento lineare (grafici di relazione età-lunghezza).
- Biologia riproduttiva (sex-ratio, età di prima maturazione).
- Carta di distribuzione e abbondanza della specie.
- Studio aggiuntivo sull'Ecologia delle specie alloctone acerina e gardon del Lago Maggiore (distribuzione in classi di lunghezza, accrescimento ponderale, accrescimento lineare, biologia riproduttiva, fecondità assoluta e relativa, regime alimentare).

4. Carte di distribuzione delle altre specie

5. Definizione dei dati di Cattura per Unità di Sforzo (CPUE) per specie ittica

6. Applicazione dell'LFI

- Stato ecologico del Lago secondo l'elemento di qualità biologica "fauna ittica".

7. Individuazione dei fattori di alterazione

- Analisi dei risultati
- Carta dei principali fattori di alterazione
- Indicazioni gestionali di contrasto ai fattori di alterazione
- Analisi dei risultati
- Mappe cartografiche dei risultati di CPUE

In aggiunta, come attività integrativa, è stato realizzato anche un censimento ittico nel Pozzo di Riva, piccolo corpo lacustre situato nella riserva del Pian di Spagna, in Provincia di Sondrio. I risultati di questo campionamento sono descritti nella monografia denominata "Comunità ittica del Pozzo di Riva".

7.2 METODOLOGIE

7.2.1 METODICHE DI CAMPIONAMENTO

Il metodo di campionamento adottato è quello messo a punto dal CNR-ISE (CNR-ISE, 2009; CNR-ISE, 2014) per l'applicazione del *LFI*, che prevede l'utilizzo di **reti branchiali multimaglia** e dell'**elettropesca in zona litorale**. Il protocollo definisce le modalità standard per il campionamento della fauna ittica in ambienti lacustri finalizzato alla valutazione dello stato ecologico di un lago in linea con le richieste della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE e secondo le indicazioni del Decreto 14 aprile 2009, n. 56 "*Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica*".

delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (di seguito Decreto 56/2009), in accordo con i documenti UNI EN di riferimento a livello Europeo (UNI EN 14757; UNI EN 14962). Di seguito vengono illustrate le metodologie impiegate per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

7.2.1.1 CAMPIONAMENTO CON RETI

I campionamenti finalizzati al censimento ittico sono stati effettuati con **Reti Branchiali Multimaglia** (di seguito RBM), che esercitano l'azione di cattura passivamente, lasciando che il pesce si immagli nella rete, rimanendo bloccato a livello della zona branchiale nelle sue maglie, le cui dimensioni eserciteranno una selezione sulla taglia del pesce catturato. Le RBM si distinguono in:

- **Reti bentiche – RBMF**: vengono posizionate sul fondo; ogni rete ha dimensioni 40 m x 1.5 m ed è composta da una serie di 16 pannelli con larghezza delle maglie variabile da 5 a 135 mm, in modo da catturare pesci di più taglie.
- **Reti mesopelagiche – RBMP**: galleggianti e collocate a varie profondità; ciascuna rete RBMP è lunga 30 m, alta 6 m e composta da una serie di 12 pannelli con larghezza delle maglie variabile da 8 a 55 mm. Le RBMP devono essere posizionate - se possibile - in corrispondenza della zona lacustre che presenta la massima profondità.

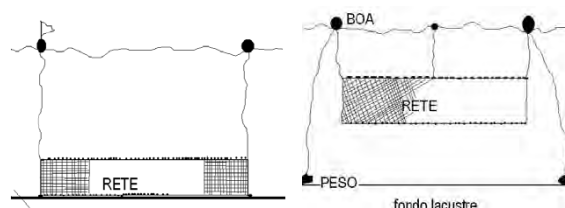


Figura 26. Rappresentazione schematica della metodologia di posa per le RBMF (a sx) e RBMP (a dx). Le RBMP nei grandi laghi possono non essere ancorate al fondo lacustre (CNR-ISE, 2014)

Il metodo si basa su un campionamento stratificato della colonna d'acqua e sulla definizione casuale delle stazioni di campionamento. Il numero di strati, di stazioni di campionamento, nonché il numero di reti da utilizzare per ciascuno strato sono determinati in base alla superficie e alla profondità massima del lago. In sintesi, il metodo di campionamento con reti adottato prevede quanto descritto nella tabella seguente.

Criterio	Prescrizioni
Metodologia di campionamento	Campionamento stratificato lungo colonna d'acqua
Stagione di campionamento	Da luglio a ottobre
Strumenti di cattura	RBMF (da fondo), ognuna di dimensioni 40m x 1.5m composta da 16 pannelli con maglia 5-135mm.
	RBMP (pelagiche), ognuna di dimensioni 30 m x 6m composta da 12 pannelli con maglia 8-55mm
Sforzo di pesca	n. di strati, di stazioni di campionamento, di reti da utilizzare per ciascun strato sono determinati in base alla superficie lacustre e alla profondità massima del lago (vedi tabelle successive)
Posizionamento reti	Orientamento casuale rispetto alla linea di costa. RBMF con disposizione spaziale casuale e RBMP nella zona lacustre di massima profondità
Tempo di posa	12 ore

Tabella 5. Prescrizioni di campionamento l'applicazione del Lake Fish Index

Il numero di RBMF e RBMP posato dipende dalla superficie e dalla profondità di ogni bacino lacustre. Per i laghi con superficie $>160 \text{ km}^2$, come i Laghi di Garda e Maggiore, la superficie di campionamento è stata suddivisa in 2 sottobacini trattati come laghi indipendenti, come da protocollo. Le tabelle seguenti specificano il numero di reti posizionate sul fondo in funzione della profondità della colonna d'acqua, come richiesto dal metodo ufficiale. Poiché nel 2014 il protocollo di campionamento è stato modificato, nei Laghi di Como, Iseo, Idro e Mezzola, i cui censimenti sono stati eseguiti nel 2014 (luglio-novembre), è stato applicato il nuovo protocollo 2014, a differenza degli altri laghi, Maggiore, Garda e Varese, in cui è stato applicato il protocollo ancora vigente al momento dei campionamenti (settembre-novembre 2013). I punti in cui sono state posizionate le reti sono stati tutti georeferenziati.

Lago	Superficie [Km^2]	Profondità max [m]	N° bacini	Protocollo applicato	Strato (m)	N° reti
L. di Garda L. Maggiore	da 50,01 a 160,00	$>75 \rightarrow$	2	2009	<3	10
					da 3 a 5,9	10
					da 6 a 11,9	10
					da 12 a 19,9	10
					da 20 a 34,9	10
					da 35 a 49,9	6
					da 50 a 75	4
					>75	4
					totale	64 (per sottobacino)
L. di Como L. d'Iseo	da 50,01 a 160,00	$>75 \rightarrow$	1	2014	<3	14
					da 3 a 5,9	14
					da 6 a 11,9	12
					da 12 a 19,9	12
					da 20 a 34,9	10
					da 35 a 49,9	8
					da 50 a 75	6
					>75	4
					totale	80
L. di Varese	da 10,1 a 50,0	da 20 a 34,9 \rightarrow	1	2009	<3	10
					da 3 a 5,9	10
					da 6 a 11,9	12
					da 12 a 19,9	12
					da 20 a 34,9	12
					totale	48
L. d'Idro	da 10,1 a 50,0	$>75 \rightarrow$	1	2014	<3	10
					da 3 a 5,9	10
					da 6 a 11,9	10
					da 12 a 19,9	10
					da 20 a 34,9	10
					da 35 a 49,9	8
					da 50 a 75	4
					>75	4
					totale	66
L. di Mezzola	da 2,51 a 10,0	da 50 a 75 \rightarrow	1	2014	<3	10
					da 3 a 5,9	10
					da 6 a 11,9	10
					da 12 a 19,9	8
					da 20 a 34,9	8
					da 35 a 49,9	6
					da 50 a 75	4
					totale	56

Tabella 6. Numero reti bentiche RBMF da posizionare in relazione alla superficie e profondità del lago come da protocollo

Lago	Categoria superficie	Categoria profondità	N° sottobacini	N° reti	Totale km reti
L. di Garda	> 50 Km ²	>75 m	2	128	5.12
L. Maggiore	> 50 Km ²	>75 m	2	128	5.12
L. di Como	> 50 Km ²	>75 m	1	80	3.2
L. d'Iseo	> 50 Km ²	>75 m	1	80	3.2
L. di Varese	da 10.1 a 50 Km ²	da 20 a 34,9 m	1	48	2.64
L. d'Idro	da 10.1 a 50 Km ²	>75 m	1	66	2.24
L. di Mezzola	da 2.51 a 10 Km ²	da 50 a 75 m	1	56	2.24
			Tot	586	23.76

Tabella 7. Numero totale di reti bentiche RBMF posizionate per lago

Lago	Superficie [Km ²]	Profondità max [m]	N° bacini	Protocollo applicato	Strato (m)	N° reti
L. di Garda L. Maggiore	Laghi gruppo 1 > 10,0	>10 →	2	2009	0-9.9	12
					10-19.9	12
					20-29.9	12
					30-39.9	12
					40-49.9	12
					totale	60 (per sottobacino)
L. di Como L. d'Iseo	> 50,0	>10 →	1	2014	0-9.9	12
					10-19.9	12
					20-29.9	12
					30-39.9	12
					40-49.9	12
					totale	60
L. di Varese	Laghi gruppo 3	-	1	2009	0-9.9	1
					10-19.9	1
					20-29.9	1
					totale	3
L. d'Idro	da 10,1 a 50,0	>10 →	1	2014	0-9.9	8
					10-19.9	8
					20-29.9	8
					30-39.9	8
					40-49.9	8
					totale	40
L. di Mezzola	da 2,51 a 10,0	>10 →	1	2014	0-9.9	4
					10-19.9	4
					20-29.9	4
					30-39.9	4
					40-49.9	4
					totale	20

Tabella 8. Numero reti mesopelagiche RBMP da posizionare a seconda di superficie e profondità come da protocollo

Lago	Categoria superficie	Categoria profondità	N° sottobacini	N° reti	Totale km reti
L. di Garda	> 50 Km ²	>10 m	2	120	3.6
L. Maggiore	> 50 Km ²	>10 m	2	120	3.6
L. di Como	> 50 Km ²	>10 m	1	60	1.8
L. d'Iseo	> 50 Km ²	>10 m	1	60	1.8
L. di Varese	da 10.1 a 50 Km ²	>10 m	1	3	0.09
L. d'Idro	da 10.1 a 50 Km ²	>10 m	1	40	1.2
L. di Mezzola	da 2.51 a 10 Km ²	>10 m	1	20	0.6
			Tot	423	12.69

Tabella 9. Numero reti mesopelagiche RBMP in posizionate per lago



Figura 27. Attività di censimento ittico con reti multimaglia sul Lago di Garda



Figura 28. Attività di censimento ittico sul Lago Maggiore



Figura 29. Attività di censimento ittico sul Lago di Como



Figura 30. Attività di censimento ittico sul Lago d'Iseo



Figura 31. Attività di censimento con reti multimaglia sul Lago di Varese



Figura 32. Attività di censimento ittico sul Lago d'Idro



Figura 33. Attività di censimento ittico sul Lago di Mezzola

7.2.1.2 ELETTROPESCA

Il metodo di campionamento per l'applicazione del LFI prevede l'utilizzo dell'elettropesca (EP) in zona litorale, con profondità non superiore a 1.5 m. Le informazioni tecniche sono specifiche della metodologia e quindi si rimanda al protocollo CEN di riferimento.

In linea generale, l'EP si basa sull'effetto che un campo elettrico produce sul pesce: mediante un elettrostorditore viene, infatti, generato un campo elettrico tra due elettrodi, lancia (anodo) e massa (catodo), tra i quali si stabilisce una corrente elettrica nell'acqua. La produzione del campo elettrico può avvenire tramite una batteria o un motore a scoppio abbinato ad un generatore di elettricità; un dispositivo elettronico permette quindi la regolazione delle caratteristiche della differenza di potenziale sviluppata tra gli elettrodi. La corrente elettrica utilizzata per l'elettropesca può essere di tre tipi:

- corrente continua, cioè caratterizzata da un'intensità e una polarità costanti nel tempo;
- corrente alternata, nel qual caso consiste in una serie di onde generalmente sinusoidali che presentano delle inversioni di polarità ad intervalli regolari di tempo;
- corrente ad impulsi, che consiste in picchi di tensione di breve durata che si ripetono ciclicamente e mantengono sempre la stessa polarità.

La reazione del pesce alla corrente elettrica dipende dal tipo, dalla forma d'onda e naturalmente dall'intensità della stessa. Al crescere della differenza di potenziale nel corpo del pesce si realizzano i seguenti effetti:

- fuga, non appena il pesce percepisce la presenza del campo elettrico (soglia della "zona di percezione");
- elettrotassia, cioè induzione di nuoto forzato (soglia della "zona efficace"), che si verifica solo nel caso di corrente continua ed a impulsi;
- tetania, cioè contrazioni muscolari (soglia della "zona efficace" nel caso di corrente alternata);
- elettro narcosi, cioè rilassamento muscolare o stordimento (soglia della "zona pericolosa");
- morte, che può essere causata da traumi diretti quali emorragie, fratture delle vertebre, arresto della respirazione, oppure può sopraggiungere per deficit di ossigeno o stress accumulato.

Secondo il metodo di campionamento con EP definito "*Point Abundance Sampling Electrofishing*" (PASE), il numero di punti di campionamento deve essere pari ad almeno 80 per bacini lacustri con superficie

maggiore di 1 km², scelti a priori in base a due criteri: la distanza tra un punto di campionamento e l'altro dovrebbe essere il più possibile omogenea e ogni tipologia di ambiente lacustre deve essere campionata.

La metodologia prevede che il campionamento venga così eseguito:

- gli operatori a bordo dell'imbarcazione si avvicinano al punto individuato per il campionamento;
- raggiunto il punto (la cui profondità deve essere minore di 1.5 metri) iniziano il campionamento immergendo l'elettrostorditore solo una volta per un tempo di circa 15-20 secondi;
- tutti i pesci storditi devono essere raccolti, registrati nella scheda di cattura e reimmessi in acqua;
- il punto di campionamento deve essere possibilmente georeferenziato (coordinate GPS).

7.2.2 RACCOLTA DATI

Sui campioni raccolti con le tecniche precedentemente descritte sono state eseguite le seguenti operazioni:

- **Riconoscimento specifico su tutti i pesci catturati.** Tutti i pesci, inoltre, sono stati osservati per rilevare eventuali anomalie macroscopiche esterne evidenti (es. deformità, erosione delle pinne e emorragie, beccate di uccelli ittiofagi).
- **Misurazione della lunghezza totale** su tutti i pesci catturati. La lunghezza totale di un pesce viene misurata in linea retta dall'apice della bocca (chiusa) all'estremità della coda (tenuta chiusa se bilobata; se uno dei due lobi è più lungo, si misura fino all'estremità di quest'ultimo) tramite ittiometro con un'approssimazione di ± 1 mm. Nel caso del Lago Maggiore, le due forme di coregone presenti (bondella e lavarello) sono state separate sulla base della lettura delle scaglie mediante il metodo proposto da Volta & Muller (2011) che, in modo più preciso rispetto al metodo di *Bhattacharya*, permette un'attribuzione univoca dei coregoni catturati a una delle due forme presenti.
- **Misurazione del peso totale** su tutti i pesci catturati. Il peso di un pesce viene rilevato con una bilancia la cui precisione è funzione dell'intervallo di peso di soggetti considerati; in generale una bilancia con portata massima di 5.2 kg e una precisione di ± 1 g fornisce misure adeguate per la maggior parte delle specie ittiche. Le specie di minori dimensioni, come i piccoli Ciprinidi o gli individui nei primi stadi di vita possono richiedere una maggiore precisione, dell'ordine di ± 0.1 g, e una tiratura massima di 1.2 kg; viceversa pesci quali ad esempio i siluri o le carpe di grandi dimensioni che possono superare i 10 kg di peso, sono stati pesati con bilancia elettronica da tiratura massima di 150 kg e precisione di 20-50 g.
- **Prelievo di scaglie** di un adeguato sottocampione di individui ai fine del rilevamento dell'età. Le scaglie da esaminare sono state prelevate con una pinzetta, in punti prestabiliti che dipendono dalla specie esaminata, cercando di evitare la linea laterale, dato che la presenza in esse delle perforazioni di questo organo di senso ne rende impossibile la lettura. Sono state, inoltre, prelevate più scaglie dallo stesso esemplare, in quanto è possibile che alcune siano state rigenerate, cioè ricresciute a seguito di lesioni, e quindi non contengano più l'informazione relativa al periodo di vita precedente alla lesione stessa. Le scaglie sono state conservate in eppendorf numerate e riempite con una soluzione di KOH allo 0.5%. In laboratorio, prima dell'esame al microscopio, sono state ripulite dai residui di epidermide, asciugate e montate tra due vetrini porta-oggetto.
- **Rilevamento del sesso**, tramite incisione addominale, su un adeguato sottocampione di individui.



Figura 34. Misura e pesatura di un pesce, prelievo delle scaglie e conservazione di queste in eppendorf

Tutti i dati relativi alla caratterizzazione dei siti di campionamento, agli strumenti di cattura ed agli esemplari catturati sono stati annotati in apposite schede. I dati raccolti sono stati poi riportati su un idoneo registro di cattura in formato Excel, indicante anche le località di posa e le coordinate geografiche di ogni singola rete, i relativi pesci catturati con ogni singolo mezzo di cattura e le rilevazioni effettuate (lunghezza, peso, sesso, maturazione, età).

7.2.3 STUDIO DELL'ACCRESIMENTO PONDERALE

Il rilevamento dei caratteri biometrici peso e lunghezza permette di costruire la relazione lunghezza - peso di ogni popolazione ittica, rappresentata dall'equazione:

$$P = a L^b \text{ (Baker } et al., 1993; \text{ Klemm } et al., 1993)$$

dove:

- P è il peso del pesce in grammi;
- L è la lunghezza del pesce in millimetri;
- b è un esponente generalmente compreso tra 2 e 4.

Calcolando la retta di regressione del logaritmo del peso verso il logaritmo della lunghezza ($\log P = \log a + b \log L$) è possibile ricavare il coefficiente di regressione "b" e l'intercetta "a". La relazione lunghezza-peso può essere impiegata, nel caso di campioni molto numerosi di pesci, per ricavare il peso degli esemplari dei quali è stata misurata solamente la lunghezza (Busacker *et al.*, 1990).

Nel caso in cui il peso di un pesce risulti approssimativamente proporzionale al cubo della sua lunghezza ($b=3$), e quindi con una crescita perfettamente isometrica, tale per cui nel corso della vita il pesce non cambia forma del corpo e peso specifico (Ricker, 1975), la costante "a", moltiplicata per 100, è detta "coefficiente di condizione K di Fulton" ($K = P \cdot 100 / L^3$) (Fulton 1911, in Ricker, 1975). Il coefficiente di condizione, oltre a dipendere dalla morfologia corporea e dal peso specifico, esprime lo stato nutrizionale e di benessere di un pesce: un individuo di una determinata specie, in buone condizioni di salute e con elevata disponibilità di nutrimento, tenderà ad accumulare più energia sotto forma di tessuti di un individuo della medesima specie e della stessa lunghezza sottoposto a stress o con scarse disponibilità alimentari. Anche i processi riproduttivi influenzano notevolmente il coefficiente di condizione: in prossimità della frega, infatti, le gonadi determinano un aumento del K, in particolare nelle femmine. Differenti specie ittiche possono avere dei fattori di condizione tipicamente diversi in dipendenza dalla forma del loro corpo: così esso sarà minore di 1 in specie fortemente allungate come l'anguilla, prossimo a 1 in specie affusolate come trota o cavedano, superiore a 1 in specie "robuste" quali come persico trota o carpa. Il coefficiente di condizione

può essere utilizzato nelle specie con accrescimento isometrico ("b" prossimo o meglio uguale a 3) per comparare l'accrescimento di individui della stessa specie ma di sesso diverso oppure in momenti stagionali e/o in condizioni ambientali diversi (Bagenal & Tesch, 1978; Busacker *et al.*, 1990); in specie con accrescimento allometrico è invece improprio comparare il coefficiente di condizione di soggetti appartenenti a classi di lunghezza diverse. Dal momento che il coefficiente "b" della relazione lunghezza-peso non è sempre prossimo a 3 è possibile utilizzare il "fattore di condizione relativo K_n ", che si calcola per ogni singolo individuo mediante la formula: $K_n = P / L^b$ (Baker *et al.* 1993). In questo caso un valore di K_n uguale ad 1 indica che l'individuo ha un peso identico a quello degli altri di pari lunghezza appartenenti allo stesso gruppo per cui è stata definita la relazione lunghezza – peso; valori inferiori ad 1 indicano invece un peso inferiore a quello atteso.

7.2.4 STUDIO DELL'ACCRESIMENTO LINEARE

In considerazione dei cambiamenti stagionali del coefficiente di condizione, la crescita di un pesce può essere studiata più appropriatamente in termini di accrescimento lineare piuttosto che ponderale (Bagenal & Tesch, 1978), dove lo studio dell'accrescimento lineare equivale alla determinazione delle dimensioni corporee in funzione dell'età (Sparre & Venema, 1992).

Alcuni dei metodi utilizzati per la determinazione dell'età dei pesci sono:

- analisi scalimetrica basata sulla lettura delle scaglie;
- analisi della distribuzione di frequenza delle lunghezze dei pesci.

Per convenzione l'età dei pesci si indica con il numero di anni di vita completati (Ricker 1975); nel caso dei pesci che non hanno compiuto ancora un anno l'età si indica con "0+"; quella degli esemplari che hanno già compiuto un anno di età e si trovano quindi nel secondo anno di vita viene espressa come "1+", e così via.

La determinazione dell'età di un gruppo di pesci di lunghezza nota consente di ricavare la lunghezza media raggiunta alle diverse età e quindi la costruzione di una curva di accrescimento.

7.2.4.1 ANALISI SCALIMETRICA

Questo metodo si basa sul fatto che la crescita dei pesci non è costante ma presenta dei rallentamenti in coincidenza con: scarsa disponibilità di cibo, basse temperature che riducono l'attività metabolica e processi riproduttivi, ai quali è destinata la maggior parte delle energie dell'individuo. In particolare, nelle regioni fredde e temperate, l'accrescimento sarà maggiore nel periodo primaverile ed estivo, in presenza della massima disponibilità alimentare e delle temperature più elevate, e rallenterà successivamente, sino ad un arresto completo, nel periodo invernale. Questa variazione nel ritmo di crescita viene registrata a livello delle strutture ossee, che si formano per apposizione di tessuto in anelli concentrici. In particolare nelle scaglie è possibile osservare tali strutture, dette "circuli", anche a basso ingrandimento. I circuli non sono distribuiti uniformemente, ma tendono ad addensarsi maggiormente in determinate "bande" (Berg & Grimaldi, 1967) e a diradarsi in altre. Queste bande corrispondono alle diverse stagioni di crescita: quella primaverile - estiva, a crescita veloce, è rappresentata dalla banda a circuli distanziati; quella autunnale, a crescita rallentata, dalla banda a circuli ravvicinati e incompleti. Per "zona annuale" si intende una regione della scaglia che si riferisce ad un intero anno di vita (Berg & Grimaldi 1967) ed è composta dalle due predette bande stagionali. Con il termine "annulo" si intende invece il confine tra due successive zone annuali, ossia tra una banda autunnale e la banda primaverile - estiva che a questa fa seguito. Esso corrisponde al periodo invernale, in cui l'accrescimento corporeo, e delle scaglie, viene completamente meno (Berg & Grimaldi, 1967).

Il numero di annuli può, quindi, essere contato e corrisponde - nelle regioni fredde e temperate - al numero di inverni che il pesce esaminato ha vissuto.

Riassumendo, il metodo scalimetrico si basa sui seguenti assunti (Hightower, 1999):

- Le scaglie si accrescono dimensionalmente e non numericamente durante la crescita del pesce.
- La crescita delle scaglie è proporzionale (non necessariamente in modo lineare) a quella del pesce.
- Gli annuli si formano sempre nello stesso periodo dell'anno. Può verificarsi che condizioni ambientali particolarmente stressanti inducano un rallentamento della crescita durante il periodo primaverile – estivo, con conseguente formazione di falsi annuli.

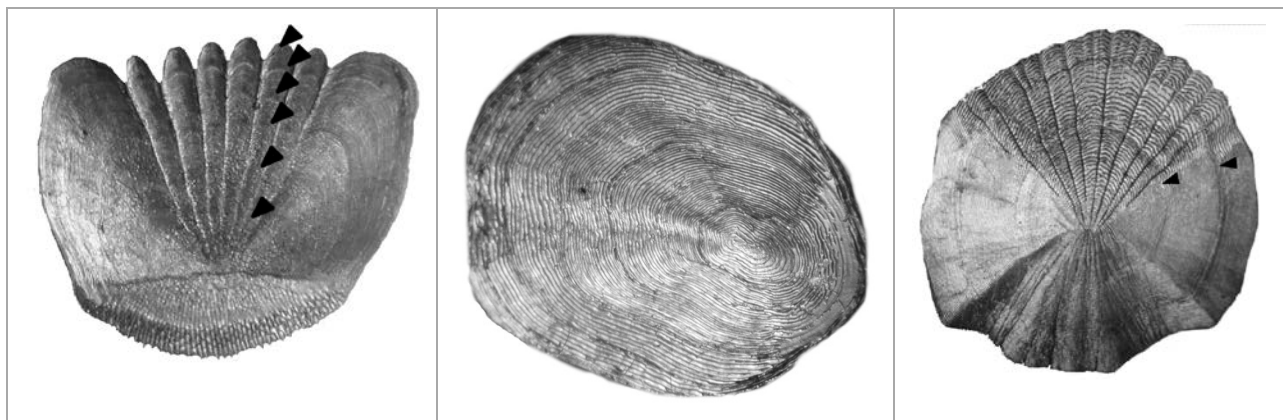


Figura 35. Scaglie di pesce persico, trota e cavedano

7.2.4.2 DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLE LUNGHEZZE

Se la composizione in lunghezza di una popolazione viene rappresentata per mezzo di un istogramma di frequenza, soprattutto tra i pesci più piccoli, si osserverà una distribuzione multimodale: ad ogni “moda” può essere associata una classe di età e stabiliti i relativi intervalli di lunghezza (Bagenal & Tesch 1978). Queste mode saranno tanto più pronunciate se la specie esaminata presenta una stagione riproduttiva breve, un accrescimento rapido ed uniforme ed assenza di dimorfismo sessuale nell'accrescimento (Bagenal, 1978); generalmente nelle prime classi di età, dove l'accrescimento in lunghezza è più rapido, le mode risultano più evidenti mentre nelle classi più anziane le coorti tendono a sovrapporsi poiché nei pesci la velocità di accrescimento rallenta con il tempo, rendendo per questi esemplari, difficile l'interpretazione dell'istogramma (Sparre & Venema, 1992).

Tale metodo verrà utilizzato parallelamente all'analisi scalimetrica, impiegando tutti i dati di lunghezza raccolti durante il campionamento. L'utilizzo di tale metodo può risultare utile nel ridurre il materiale da esaminare; in prossimità di ciascuna moda, infatti, è ragionevole pensare che tutti i pesci abbiano la medesima età per cui l'esame delle scaglie si può concentrare su quegli esemplari che si trovano ai confini delle mode e sugli individui più grandi per i quali le mode si sovrappongono.

Il metodo è stato così applicato sui dati raccolti sulle popolazioni di Coregoni del Lago Maggiore:

1. Partendo dal lato sinistro della distribuzione composta si determina il primo campione che segue la distribuzione normale. Questo è il campione di soggetti formato dalla classe più giovane.
2. La distribuzione normale del primo gruppo viene ricavata con una regressione lineare fittando la retta che meglio rappresenta i punti reali.
3. Si calcola il numero di pesci per classi di lunghezza appartenenti al primo gruppo, sottraendoli alla distribuzione totale.

4. Si ripete il procedimento per le successive distribuzioni normali fino a quando una di queste può essere individuata.
5. Si mette in relazione la differenza di età tra i gruppi con la lunghezza media dei gruppi determinata nei punti 1 e 4.

7.2.4.3 RELAZIONE LUNGHEZZA-ETÀ: MODELLO DI VON BERTALANFFY

Von Bertalanffy (1938) ha elaborato su basi fisiologiche una relazione teorica tra la lunghezza di un pesce e la sua età, espressa dalla seguente equazione:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Dove:

- " L_t " è la lunghezza del pesce al tempo " t ".
- " L_{∞} " è la lunghezza di un pesce ad un'età teoricamente infinita; in termini matematici rappresenta l'asintoto della curva.
- " k " è un parametro di curvatura che misura in pratica la velocità con cui la curva tende all'asintoto (così un basso valore di " k " indica una curva "piatta", tipica di una specie ad accrescimento lento).
- " t_0 " è un parametro di significato puramente matematico che definisce in teoria l'età alla quale il pesce ha una lunghezza pari a zero e che può essere concepito come un fattore di correzione che muove lungo l'asse delle ascisse la curva di von Bertalanffy (Pitcher & Hart 1982).

Il modello di von Bertalanffy non è applicabile agli stadi larvali, in quanto il loro accrescimento non segue i presupposti su cui questo si basa (Sparre & Venema, 1992). I parametri che definiscono la crescita di un soggetto variano a seconda delle specie ittiche e possono anche differire nell'ambito di una stessa specie in dipendenza dal sesso o dallo *stock* di appartenenza; anche le stesse classi di età in anni diversi possono variare nel loro tasso di accrescimento qualora si modifichino ad esempio le condizioni ambientali (Sparre & Venema 1992). Nel caso si riscontrino diversi accrescimenti fra i due sessi o se il tasso di accrescimento di una medesima classe di età varia negli anni, è opportuno che i rispettivi dati vengano trattati separatamente, costruendo una curva per i maschi e una per le femmine nel primo caso, una per singolo anno di campionamento nel secondo.

Una possibile fonte di errore nella definizione della curva di accrescimento è costituita dalla mortalità dipendente dalla taglia dell'individuo:

- Gli individui della popolazione che crescono più velocemente raggiungono prima la taglia minima di cattura e possono quindi subire un prelievo maggiore degli altri a causa della pesca; in tal caso l'accrescimento può essere sottostimato in quanto sopravvivono maggiormente gli individui a crescita più lenta (Fenomeno di Lee).
- Gli individui della popolazione che crescono più lentamente possono essere maggiormente soggetti alla predazione; in tale caso, opposto al precedente, l'accrescimento può essere sovrastimato in quanto sopravvivono maggiormente gli individui a crescita più veloce.

Per questa ragione, in special modo per le specie ittiche oggetto di pesca professionale, che notoriamente tende a troncare la popolazione lasciando solo gli individui al di sotto di una certa lunghezza (quella di selezione delle reti), i parametri risultanti dall'applicazione del modello di Von Bertalanffy non sono descrittivi dell'accrescimento della specie ma rappresentano semplicemente una informazione sulle traiettorie di accrescimento dello stock presente. In questo senso, vanno utilizzati con cautela quali input nei modelli di pescato.

7.2.5 STUDIO DELLA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA

7.2.5.1 DETERMINAZIONE DEL SESSO

La determinazione del sesso viene effettuata sugli esemplari morti per semplice esame macroscopico diretto delle gonadi, attraverso una piccola incisione a livello dell'addome. Nel caso dei campioni raccolti con l'elettropesca, che non vengono sacrificati, l'identificazione del sesso è più problematica in dipendenza da diversi fattori (Crim & Glebe 1990). In generale il dimorfismo sessuale è assente nei giovani, mentre negli adulti si accentua nel periodo riproduttivo, spesso anche nelle specie in cui è altrimenti poco o per nulla evidente; inoltre i pesci maturi, nel periodo della frega, espellono di sovente sperma o uova durante la manipolazione e le femmine si presentano molto più corpulente dei maschi.

7.2.5.2 GRADO DI MATURAZIONE SESSUALE

In questa sede viene utilizzata la classificazione degli stadi di maturazione delle gonadi riportata in Gandolfi *et al.* (1991):

- stadio I: **gonadi immature**, di individui che non hanno ancora raggiunto la maturità sessuale; sono di dimensioni molto ridotte e filiformi;
- stadio II: **gonadi quiescenti**, di adulti che si sono riprodotti da poco tempo; sono completamente svuotate e possiedono forma e volume simili allo stadio precedente;
- stadio III: **gonadi in maturazione**, di individui che si preparano a riprodursi;
- stadio IV: **gonadi mature**, di individui sessualmente maturi;
- stadio V: **gonadi in riproduzione**, di individui sessualmente maturi che si stanno riproducendo;
- stadio VI: **gonadi svuotate**, di individui che hanno appena terminato di riprodursi.

La determinazione del grado di maturazione sessuale è possibile solo sacrificando il soggetto ed eseguendo laparotomia.

7.2.6 APPROFONDIMENTO SULLA BIOLOGIA DEL GARDON E DELL'ACERINA DEL LAGO MAGGIORE

Come **attività integrativa** per il Lago Maggiore è stata proposta ed eseguito un approfondimento relativo alla biologia delle due delle specie aliene attualmente presenti in misura più consistente e potenzialmente dannose per le specie ittiche autoctone e/o commerciali del Verbano: il gardon (*Rutilus rutilus*) e l'acerina (*Gymnocephalus cernuus*).

La presenza di specie ittiche aliene e potenzialmente invasive è attualmente ritenuta una delle primarie cause di perdita di biodiversità negli ambienti acquatici. Tuttavia, benché tra le linee guida dell'Unione Europea vi sia il controllo e la possibile eradicazione di queste specie, manca molto spesso una adeguata conoscenza delle loro caratteristiche biologiche e sufficiente a rendere efficaci le azioni di controllo e contenimento. Se, infatti, la conoscenza di queste specie in ambienti d'oltralpe è abbondante e dettagliata (spesso per il fatto che sono native in quei luoghi), per l'Italia non ha ancora raggiunto livelli sufficienti.

Per colmare queste lacune, se ne caratterizzano in questa sede:

- accrescimento lineare e ponderale

- regime alimentare
- mortalità
- lunghezza alla maturità sessuale
- fecondità relativa ed assoluta.

Per studio del regime alimentare si intende l'accertamento della composizione della dieta di una popolazione di pesci, con le sue eventuali differenze tra stagioni e stadi vitali diversi. Esso si basa sull'esame del contenuto dello stomaco o della porzione più craniale dell'intestino, assumendo che esso rifletta la dieta dell'individuo. La raccolta degli stomaci deve avvenire in modo da evitare rigurgiti di cibo e il proseguimento della digestione successivamente alla cattura del pesce, nonché riguardare esemplari che si alimentano in condizioni normali. Verrà pertanto minimizzato il tempo tra la cattura del pesce ed il prelievo e la conservazione dello stomaco tramite fissativo (formalina al 4%), così da interrompere quanto prima i processi digestivi (Windell & Bowen 1978).

La fecondità assoluta è il numero di uova prodotte da un individuo, che tende pertanto ad aumentare con la taglia e quindi con l'età. Per confrontare la fecondità di pesci di taglia differente è opportuno utilizzare la fecondità relativa, cioè il numero di uova riferito all'unità di peso della femmina. Per lo studio di fecondità verrà preferibilmente utilizzato un campione congruo di pesci catturati nella stessa data, in modo da analizzare soggetti tutti nel medesimo stato di sviluppo e maturazione delle gonadi, il che è di particolare importanza nelle specie che manifestino spiccate variazioni stagionali che possono alterare la relazione tra il peso delle gonadi e il peso corporeo (Bagenal & Braum 1978). Per stabilire il numero di uova presenti in un ovario verranno prelevati dei subcampioni sui quali effettuare i conteggi in laboratorio.

Gli altri parametri sono stati caratterizzati seguendo le metodologie già descritte nei capitoli precedenti.

7.2.7 APPLICAZIONE DEL LAKE FISH INDEX (LFI)

Il Lake Fish Index (LFI) è stato messo a punto dal CNR-ISE (Volta, 2014) ed è l'indice di legge da utilizzare per la valutazione dello stato di qualità della fauna ittica nei laghi ai fini della derivazione dello stato ecologico (Sensu Direttiva Europea sulle Acque 2000/60/CE). La Direttiva Quadro sulle acque (*Water Framework Directive*), infatti, stabilisce che la fauna ittica, insieme ad altri bio-indicatori, debba essere utilizzata come elemento di qualità biologica (EQB) per la valutazione dello stato ecologico dei bacini lacustri. Nello specifico, indica che devono essere considerate in questa valutazione la "composizione, l'abbondanza e la struttura di età" (Allegato V).

Il Lake Fish Index è basato su un approccio storico (Volta & Oggioni 2010; Volta *et al.* 2011) che ha permesso di derivare le condizioni di riferimento sulla base delle informazioni relative alla composizione specifica della comunità ittica dei laghi con superficie $>0,5 \text{ km}^2$ antecedente al 1950 (identificata a priori come condizione di riferimento). Sulla base di questi dati è stata creata una matrice che divide i laghi italiani delle Ecoregioni alpina e mediterranea in tipi lacustri sulla base della composizione della comunità ittica e ad ogni tipo lacustre assegna una comunità ittica di riferimento costituita da specie prioritarie (specie chiave) e specie accompagnatrici (tipo-specifiche) (Tabella 10).

I laghi oggetto del presente progetto ricadono nei gruppi lacustri 1, 2 e 3 dell'Ecoregione Alpina. In particolare, i laghi Garda, Maggiore, Como, Mezzola e Iseo appartengono al Gruppo 1 e cioè sono i grandi laghi profondi del bacino Padano-Veneto centro-occidentale. Sono caratterizzati naturalmente da acque povere di nutrienti, profondità e superficie molto elevate, ampi e strutturati popolamenti di specie pelagiche zooplanctofaghe, tenori elevati di ossigeno nelle fredde acque ipolimniche che rendono possibile la presenza di specie stenoterme frigidofile. L'eterogeneità di habitat favorisce in generale una elevata ricchezza in specie.

Il lago d'Idro appartiene al Gruppo 2. In questo gruppo sono compresi i laghi profondi del bacino Padano-Veneto centro-orientale, con caratteristiche limnologiche intermedie tra i grandi laghi profondi e i laghi di pianura (profondità, area e volumi medi non eccessivamente elevati, specie più tipiche di ambienti litorali). Questi laghi sono caratterizzati dalla presenza di specie più tipiche di ambienti litorali e di specie caratteristiche di ambienti lacustri che hanno con buona connettività col reticolo idrografico.

Il Lago di Varese appartiene invece al Gruppo 3, caratterizzato da laghi poco profondi, generalmente di piccole dimensioni della fascia morenica o pianeggiante subalpina. Sono tipicamente laghi meso-eutrofi, caratterizzati da un numero di specie ittiche ridotto e generalmente dall'assenza di specie stenoterme di acque fredde (Salmonidi).

Nella tabella seguente sono riportate le Specie chiave e tipo-specifiche indicate per ogni tipo lacustre.

Gruppo	Specie chiave	Specie tipo-specifiche
1: Laghi Profondi Nord-ovest Garda Maggiore Como Mezzola Iseo	Lavarello Agone Bottatrice	Alborella Carpa Cavedano Ghiozzo padano Luccio Pesce persico Scardola Tinca Triotto Trota lacustre
2: Laghi Profondi Nord-Est Idro	Luccio Scardola Tinca	Savetta Carpa Pesce persico Trota
3: Laghi poco profondi Varese	Luccio Scardola Tinca	Alborella Carpa Ghiozzo padano Pesce persico

Tabella 10. Specie chiave e tipo-specifiche individuate per ogni tipo lacustre

7.2.7.1 SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE E LIMITI DI CLASSE

Il Lake Fish Index è composto da cinque metriche i cui valori consentono di derivare la classe di qualità sulla base dei limiti di classe di qualità (RQE-Rapporto di Qualità Ecologica) di cui alla Tabella 5.

Le metriche considerano:

- Metrica 1: l'abbondanza relativa (Numero Per Unità di Sforzo - NPUS) delle specie chiave
- Metrica 2: la struttura di popolazione delle specie chiave (PSD)
- Metrica 3: il successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche
- Metrica 4: la diminuzione del numero di specie tipo-specifiche
- Metrica 5: la presenza di specie ittiche aliene con una popolazione strutturata

Il valore degli RQE per ogni metrica è definito dal rapporto tra il punteggio della metrica e il punteggio della stessa in condizioni di riferimento.

Il valore del Rapporto di Qualità Ecologica finale RQE_{tot} per la valutazione dello stato di qualità della fauna ittica, è calcolato come media aritmetica dei valori dei punteggi delle singole metriche:

$$RQE_{tot} = \left(\frac{ValM_1 + ValM_2 + ValM_3 + ValM_4 + ValM_5}{50} \right)$$

RQE_{tot}	Stato ecologico
0.83-1	Elevato
0.65-0.82	Buono
0.40-0.64	Sufficiente
0.20-0.39	Scarso
0-0.20	Cattivo

Tabella 11. Valori di RQE_{tot} e giudizio di stato ecologico

N.B. Per quanto riguarda l'EQB "pesci" ogni lago è considerato come un unico corpo idrico.

Nei laghi con superficie superiore a 160km² - il cui campionamento presuppone la suddivisione in sottobacini (vedasi protocollo di campionamento) - il valore finale degli RQE è calcolato come media aritmetica degli RQE calcolati per ogni sottobacino. I valori degli RQE devono essere arrotondati alla seconda cifra decimale (se $n > 0,005 = 0,01$)

7.2.7.2 MODALITÀ DI CALCOLO DELLE METRICHE

Abbondanza relativa delle specie chiave - NPUS (Numero Per Unità di Sforzo) - metrica 1

Questa metrica considera il numero di individui delle specie chiave catturati durante il monitoraggio (considerato come una singola Unità di Sforzo).

- Se la specie chiave è in condizioni di riferimento (punteggio metrica = 10) ma è soggetta a pratiche di ripopolamento tramite immissioni, il punteggio della metrica deve essere scalato di una classe (punteggio metrica = 8).
- In presenza di più specie chiave, il punteggio della metrica 1 deve essere calcolato come media aritmetica dei punteggi parziali di ciascuna specie.

Abbondanza relativa delle specie chiave - NPUS	41-99	7-40	1-6/100-250	Non catturati nel monitoraggio ma segnalati da osservazioni o statistiche di pesca negli ultimi 5 anni/ 251-400	Né catturati né segnalati negli ultimi 5 anni da osservazioni o statistiche di pesca / >400
Punteggio metrica	10	8	6	4	2

Tabella 12. Punteggio metrica 1

Struttura di popolazione delle specie chiave – Indice di struttura PSD - metrica 2

La struttura di una popolazione ittica è determinata dall'interazione tra le caratteristiche biologiche ed ecologiche della specie e fattori di pressione che possono essere di origine antropica (variazioni di trofia,

inquinamento chimico, pressione di pesca, alterazione degli habitat) e di origine naturale (ad es. fattori climatici o idrologici, disponibilità di risorse alimentari). L'interazione tra questi elementi condiziona i tassi di natalità e mortalità delle singole classi di nascita e modella la distribuzione delle classi di età e di taglia in una popolazione ittica.

La metrica proposta considera la struttura di taglia (quale descrittore della struttura di età) della popolazione delle specie ittiche chiave e permette di valutare se questa è equilibrata o non equilibrata mediante l'utilizzo dell'indice di struttura PSD-*Proportional Stock Density Index* (Anderson & Neumann 1996; Zicket *et al.* 2006; Volta 2010; Pedicillo *et al.* 2013).

L'indice PSD permette di analizzare la struttura di una popolazione ittica a partire dalla frequenza delle classi di lunghezza, dalla lunghezza infinita (teorica) L_{inf} della specie e dalla lunghezza alla maturità (L_m).

Il valore di PSD è definito come: $PSD = (N_i \geq L_m) / (N_i \geq L_{stock}) * 100$

N_i = numeri di individui

L_{stock} definita come la "Lunghezza minima dello stock" = $L_m - (L_{trophy} - L_m) / 3$

L_m = Lunghezza minima di qualità = Lunghezza media alla maturità.

$L_{trophy} = L_{tot} \geq 0,8 (L_{inf})$

L_{inf} è la lunghezza asintotica teorica della specie in quella tipologia di ambiente in condizioni prossime a naturalità.

La L_m ossia la lunghezza media alla prima maturità può essere definita o da indagini di campo o dalla formula: $L_m = 10^{(0,898 * \log_{10}(L_{inf}) - 0,0781)}$

- In presenza di più specie chiave, il punteggio della Metrica 2 deve essere calcolato come media aritmetica dei punteggi per ciascuna specie chiave
- Qualora una specie chiave si trovi in condizioni di riferimento ma sia oggetto di ripopolamento, il punteggio deve essere scalato alla categoria inferiore (punteggio metrica = 6).

Indice PSD	35-65	25-34/66-75	<25/>75
Punteggio metrica	10	6	2

Tabella 13. Punteggio Metrica 2

Si elencano di seguito valori indicativi di L_{inf} , L_{stock} , L_m e L_{trophy} per ogni specie chiave.

Si deve far notare che la lunghezza massima raggiungibile da ogni specie può essere molto differente a seconda del tipo di ambiente occupato, del suo stato trofico, della temperatura delle acque e nonché della densità complessiva della fauna ittica. Per questa ragione si consiglia vivamente di calcolare la L_{inf} sulla base dell'analisi dell'età effettuata mediante scalimetria.

Specie	L_{inf}	L_{stock}	L_m	L_{trophy}
Agone	35	17,7	20,3	28,0
Bottatrice	65	30,0	35,5	52,0
Coregone lavarello	65	30,0	35,5	52,0
Luccio	110	43,9	56,9	96,0
Scardola	35	17,7	20,3	28,0
Tinca	65	31,3	35,5	48,0

Tabella 14. Valori di L_{inf} , L_{stock} , L_m e L_{trophy} indicativi per ciascuna delle specie chiave dei laghi del Piemonte

Successo riproduttivo delle specie chiave e delle specie tipo-specifiche- metrica 3

Questa metrica vuole valutare la presenza di dinamiche riproduttive che si svolgono correttamente. Il successo riproduttivo è verificato se nel corso del monitoraggio sono catturati giovani di età 0⁺-1⁺ delle specie chiave e tipo-specifiche o se ne sia stata accertata la presenza da statistiche di pesca o da osservazioni effettuate da personale tecnico-scientifico nello stesso anno del monitoraggio o in quello precedente allo stesso.

Per la trota si consiglia di considerare anche individui fino ad età 3⁺ in quanto la presenza di giovani o subadulti in ambiente lacustre può essere variabile a causa dei diversi tempi di permanenza nei corsi d'acqua prima della migrazione verso i laghi.

Successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche	>80%	80- 66%	65-51%	50-25%	<25%
Punteggio metrica	10	8	6	4	2

Tabella 15. Punteggio metrica 3

Diminuzione (%) del numero di specie chiave e tipo-specifiche- Metrica 4

Una diminuzione del numero delle specie chiave e tipo-specifiche è una indicazione di alterazione rispetto alle condizioni di riferimento.

Diminuzione specie ittiche chiave o tipo- specifiche	<20%	20-40%	41-60%	61-80%	>80%
Punteggio metrica	10	8	6	4	2

Tabella 16. Punteggio metrica 4

Presenza di specie ittiche aliene - metrica 5

La metrica 5 considera il rapporto percentuale tra il numero di specie ittiche aliene (vedi elenco a fondo pagina) sul totale delle specie ittiche presenti (incluse quelle segnalate). Il termine "alieno" si riferisce a specie ittiche la cui presenza può avere un impatto negativo sulla funzionalità ecosistemica. Il termine "alieno" dunque è limitato al contesto del Lake Fish Index, senza alcun riferimento ad altre normative nazionali o direttive europee.

Devono essere conteggiate solo le specie ittiche aliene presenti con almeno due classi di età di cui una adulta (2⁺ o superiore).

% specie aliene	<20%	20-40%	41-60%	61-80%	>80%
Punteggio metrica	10	8	6	4	2

Tabella 17. Punteggio metrica 5

Ai fini del solo LFI sono considerate specie ittiche "aliene" tutte quelle non comprese nel seguente elenco o altrimenti introdotte nelle singole Ecoregioni dopo il 1950.

Ecoregione alpina:

Agone, alborella, Anguilla, barbo, barbo canino, bottatrice, cagnetta, carpa, carpione del Garda, cavedano, cheppia, cobite, cobite mascherato, coregone lavarello, coregone bondella, ghiozzo padano, gobione, lasca, luccio, lucioperca, persico trota, pesce persico, pigo, salmerino alpino, sampierolo, sanguinerola, savetta, scardola, scazzone, spinarello, storione, storione cobice, tinca, triotto, trota, vairone.

8. MACROATTIVITÀ 2 - APPROFONDIMENTI SPECIFICI

L'obiettivo finale dell'Attività 2 denominata "Approfondimenti specifici applicati alla gestione delle specie di maggior interesse per la pesca professionale" è la razionalizzazione del prelievo di pesca sulle specie ittiche di maggior interesse commerciale (specie target) attraverso la calibrazione della maglia delle reti e la determinazione del massimo sforzo di pesca sostenibile.

Le **specie target** individuate per ciascun lago sono le seguenti:

- **Lago di Garda o Benaco:** coregone e agone.
- **Lago Maggiore o Verbano:** coregoni (lavarello e bondella), agone.
- **Lago di Como o Lario:** agone e salmerino alpino.
- **Lago d'Iseo o Sebino:** coregone e agone.
- **Lago d'Idro o Eridio:** persico reale e alborella.
- **Lago di Mezzola:** coregone e bottatrice.
- **Lago di Varese:** pesce persico e lucioperca.

8.1 CONTENUTI MONOGRAFIE WP2 PER LAGO

Nell'ambito della Macro-attività 2, sono stati predisposti i seguenti rapporti:

1. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia e alla gestione della pesca del coregone e dell'agone del Lago di Garda (codice **GAR-WP2**).
2. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia e alla gestione della pesca dell'agone e dei coregonidi del Lago Maggiore (codice **MAG-WP2**).
3. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia e alla gestione della pesca dell'agone e del salmerino alpino del Lago di Como (codice **COM-WP2**).
4. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia e alla gestione della pesca del coregone e dell'agone del Lago d'Iseo (codice **ISE-WP2**).
5. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia alla gestione della pesca del pesce persico e del lucioperca del Lago di Varese (codice **VAR-WP2**).
6. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia e alla gestione della pesca del pesce persico e dell'alborella del Lago d'Idro (codice **IDR-WP2**).
7. Rapporto finale relativo alla caratterizzazione della biologia e alla gestione della pesca del lavarello e della bottatrice del Lago di Mezzola (codice **MEZ-WP2**).

Ogni relazione finale ha i seguenti contenuti:

- Studio, per ogni specie, dei seguenti parametri biologici: accrescimento ponderale, accrescimento lineare, relazione lunghezza-circonferenza minima e lunghezza-circonferenza massima, percentuale di maturazione nella 1^a e nella 2^a classe riproduttiva.
- Determinazione del tasso di mortalità annuale.

- Calcolo delle curve di selezione delle reti legali e definizione della maglia delle reti che determina l'età di prima cattura.
- Stima della massima produzione sostenibile (MSY).
- Analisi critica delle normative vigenti che disciplinano l'esercizio della pesca professionale nei laghi oggetto di indagine e formulazione di eventuali proposte migliorative, ai fini della compatibilità del prelievo e del pieno sfruttamento della risorsa ittica.

Pertanto, poiché le metodiche necessarie per lo studio della biologia delle specie target sono state già esposte nel capitolo precedente, verranno di seguito descritte solo le metodologie e gli approcci utilizzati per adempiere agli obiettivi relativi alla gestione della pesca di cui sopra.

Sulla base dei risultati ottenuti sono state formulate proposte di gestione delle specie target nei vari bacini lacustri finalizzate ad una razionalizzazione del prelievo e ad un suo esercizio sostenibile nel rispetto del principio della sostenibilità e rinnovabilità delle risorse ittiche.

Nel caso di disponibilità di dati pregressi, sarà realizzato un confronto con quelli attuali.

Di seguito si specifica la struttura di OGNUNA DELLE 7 RELAZIONI FINALI (WP2) relative ai 7 laghi nell'ambito della macroattività 2.

1. Descrizione delle attività di campionamento eseguite

- Dettaglio delle campagne di censimento
- Carta dei punti di posizionamento reti

2. Descrizione dei risultati per specie target

- Biologia della specie (distribuzione in classi di lunghezza e di età, accrescimento ponderale, accrescimento lineare, biologia riproduttiva, tasso di mortalità annuale)

3. Analisi della gestione della pesca

- Calcolo delle curve di selezione delle reti legali
- Stima del tasso di mortalità naturale
- Stima della massima produzione sostenibile (MSY)
- Parametri gestionali con modelli aggiuntivi (solo per il Lago Maggiore)

4. Analisi critica delle normative vigenti

5. Proposte di modifica del regolamento attuale.

8.2 METODOLOGIE

8.2.1 CAMPIONAMENTO E RACCOLTA DATI

Le specie sopra elencate sono state oggetto di una serie di **3 pesche consecutive a cadenza quadrimestrale** con reti multimaglia calibrate per la cattura di tutte le classi di età e posate con modalità mirate. Su tutti i pesci catturati sono stati rilevati i seguenti parametri:

- Specie ittica (per il lago Verbano la separazione delle due specie di coregoni è stata ottenuta mediante retrocalcolo e attribuzione degli individui alle due specie secondo quanto esposto in Volta & Muller (2011))
- Lunghezza totale (mm).
- Peso totale (g).
- Sesso

Su un congruo campioni di ogni popolazione sono stati rilevati i seguenti parametri:

- Età (attraverso l'analisi scalimetrica o un altro idoneo procedimento).
- Grado di maturazione delle gonadi.
- Circonferenza minima (mm).
- Circonferenza massima (mm).

Queste misurazioni permetteranno di analizzare la **biologia delle specie target**, indagando in particolare:

- Accrescimento lineare(relazione lunghezza/età).
- Accrescimento ponderale(relazione lunghezza/peso).
- Età di prima maturazione.
- Percentuale di maturazione nella prima e nella seconda classe riproduttiva.
- Relazione lunghezza/circonferenza massima.
- Relazione lunghezza/circonferenza opercolare.

Per quanto riguarda le metodiche impiegate per indagare gli aspetti di accrescimento lineare (relazione lunghezza/età), accrescimento ponderale (relazione lunghezza/peso), età di prima maturazione e percentuale di maturazione nella prima e nella seconda classe riproduttiva, si fa riferimento a quanto descritto nel capitolo precedente, relativo ai materiali e metodi impiegati per realizzare le attività di campo e laboratorio previste dall'Azione 1.

Relativamente allo studio delle relazioni lunghezza/circonferenza, la **circonferenza massima** è stata misurata anteriormente alla pinna dorsale mentre la **circonferenza opercolare** anteriormente al margine posteriore del pre-opercolo, entrambe rilevate con un apposito strumento, costituito da un cappio di nylon collegato ad un cursore scorrevole su banda millimetrata.

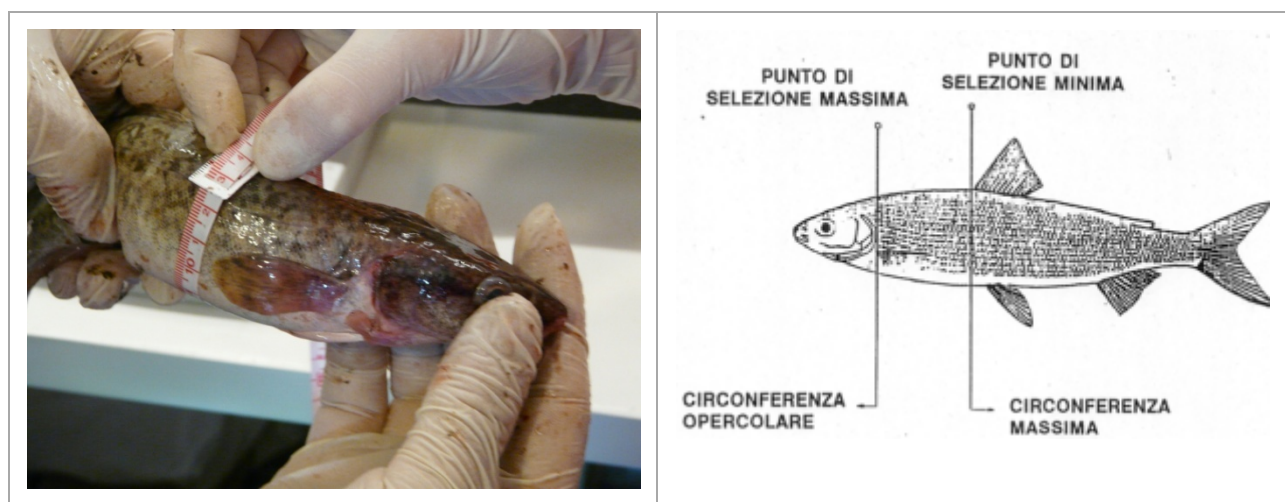


Figura 36. Misura delle circonferenze

8.2.2 DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI ETÀ NEL CAMPIONE

La determinazione dell'età su un sottocampione di soggetti per ogni pescata è stata effettuata tramite l'**analisi diretta delle scaglie**, già descritta nei paragrafi precedenti. Nei casi in cui il campione è risultato numericamente sufficiente, oltre al metodo delle scaglie è stato applicato anche il metodo basato sull'**analisi delle classi di lunghezza**.

Per applicare questo metodo, i singoli campioni vengono suddivisi in classi di lunghezza, in genere da 10 mm o 20 mm, per ognuna delle quali viene calcolata la frequenza dei soggetti che compongono il campione. La distribuzione così ottenuta viene analizzata tramite un apposito programma che utilizza l'algoritmo di Levenberg-Marquardt (LM), un algoritmo standard di risoluzione di sistemi non lineari, per elaborare la successione di curve normali (curve con distribuzione gaussiana, con la classica forma a campana) la cui sommatoria si adatta maggiormente alla distribuzione reale delle frequenze, come nell'esempio riportato in Figura 37. Nei grafici è riportata anche la curva sommatoria risultante (linea continua), confrontabile con le frequenze reali (punti) delle singole classi di lunghezza, inserite come valori medi di ogni intervallo (se l'intervallo considerato è da 200 a 210 mm la classe di lunghezza inserita nella tabella di frequenza è uguale a 205 mm, cioè il valore medio dell'intervallo).

Poiché l'analisi di frequenza delle lunghezze produce per ogni coorte una curva gaussiana ma non dice a che classe di età corrisponde, per la scelta iniziale dei valori di lunghezza media e deviazione standard di ogni singola gaussiana (nel grafico ogni singola campana) si fa riferimento al campione di soggetti analizzato con la tecnica scalimetrica. Il campione di soggetti analizzato tramite le scaglie viene, quindi, utilizzato come un controllo parallelo all'analisi delle lunghezze sul campione totale e, dal confronto tra le distribuzioni delle classi di età, ne garantisce l'attendibilità. In altre parole, i dati ricavati dall'analisi delle scaglie vengono utilizzati come base di riferimento per applicare l'analisi di frequenza delle classi di lunghezza.

Il numero teorico di individui relativo alle singole classi di età è ricavabile dalla formula A/p , dove A rappresenta l'area di ogni curva gaussiana che compone il grafico e p è il valore dell'intervallo di lunghezza utilizzato (generalmente 10 mm o 20 mm).

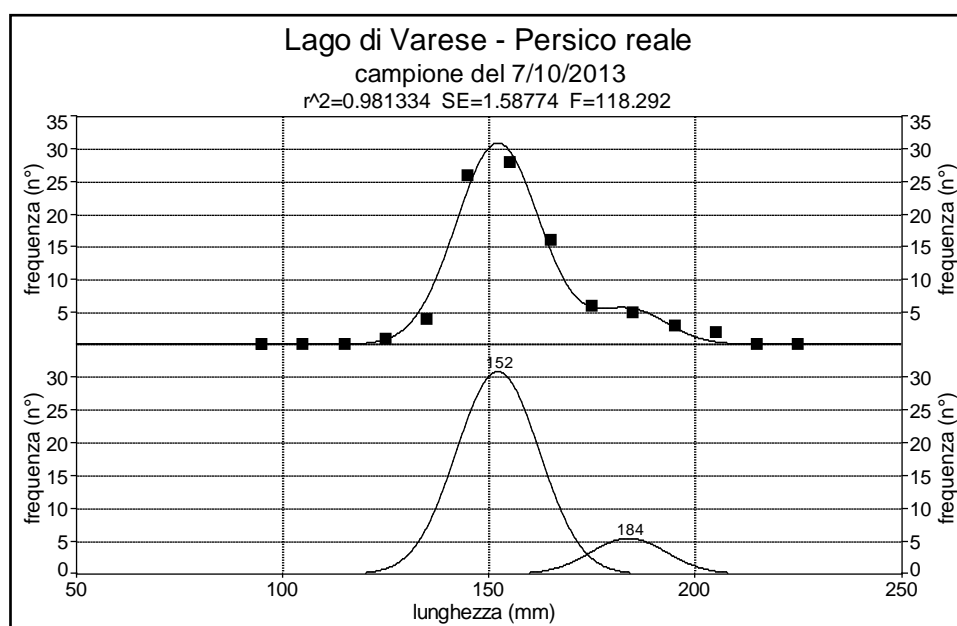


Figura 37. Esempio di analisi di frequenza delle classi di lunghezza

8.2.3 CALCOLO DELLE CURVE DI SELEZIONE DELLE RETI BRANCHIALI

La costruzione delle curve di selezione delle reti sulla base dei soli valori di lunghezza non offre risultati attendibili. Per superare tale limite su un subcampione di soggetti sono state misurate le circonferenze, al fine di ricavare una valutazione molto più precisa circa la selettività operata dalle reti branchiali in funzione del lato della maglia. Questo parametro risulta, infatti, di estrema importanza per l'applicazione del dato biologico alla pesca, garantendo quindi un'accuratezza non ottenibile con la sola valutazione della lunghezza totale.

Le reti branchiali presentano due limiti di selezione, catturando in genere i soggetti che presentano contemporaneamente:

- una circonferenza massima superiore al perimetro della maglia (punto di selezione minima) e
- una circonferenza opercolare inferiore al perimetro della maglia (punto di selezione massima).

Nella figura seguente è visualizzato un esempio relativo alla maglia da 35 mm utilizzata per i coregoni, a cui corrisponde una circonferenza di selezione di 140 mm. L'ampiezza dell'intervallo di cattura (in termini di differenza in lunghezza dei pesci catturati) dipende quindi dalla differenza tra le due circonferenze e quindi dalla morfologia della specie. Ad esempio, per quanto riguarda il coregone, le reti branchiali presentano un intervallo di cattura piuttosto ampio, grazie alla morfologia di questa specie che determina una notevole differenza delle due circonferenze a parità di lunghezza. Nell'agone, invece, caratterizzato da un corpo affusolato, la differenza tra le due circonferenze è minore e quindi l'intervallo di cattura sarà inferiore.

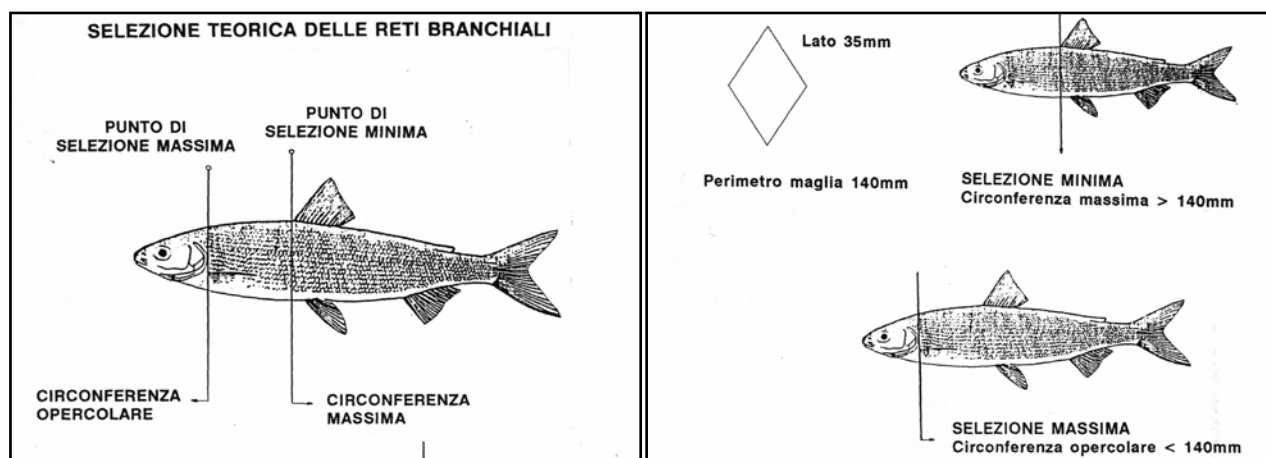


Figura 38. Selezione teorica operata dalla rete branchiale per un pesce come il coregone

Per quanto riguarda l'agone prove preliminari (Negri, 1992) hanno dimostrato che il limite massimo di selezione è rappresentato non dall'opercolo ma dalla prima spina della carena ventrale. Ciò indica quindi che l'immagliamento del pesce avviene quando la prima spina supera l'apertura della maglia, immagliando in tal modo l'individuo.

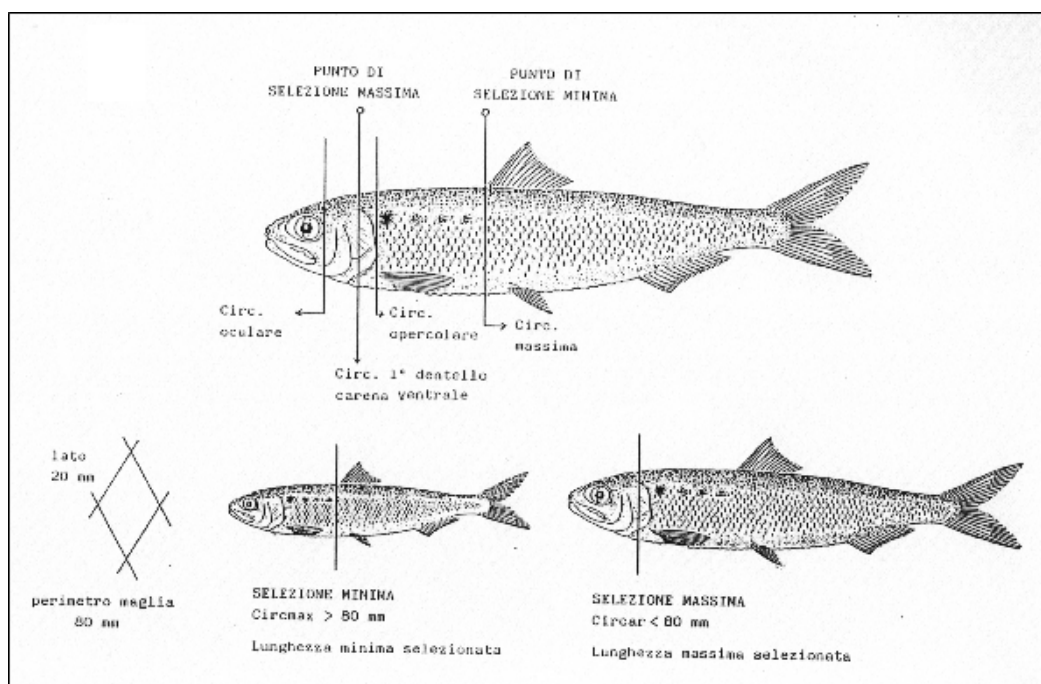


Figura 39. Selezione teorica delle reti branchiali nell'agone

Per quanto riguarda però il persico reale uno studio condotto sulla biologia del persico reale del Lago di Como (A. Negri, 1998) ha messo in evidenza che il punto di selezione massima è rappresentato dalla circonferenza preopercolare (anziché opercolare). Ciò indica quindi che l'immagliamentamento del pesce avviene quando il preopercolo supera l'apertura della maglia, immagliando in tal modo l'individuo.

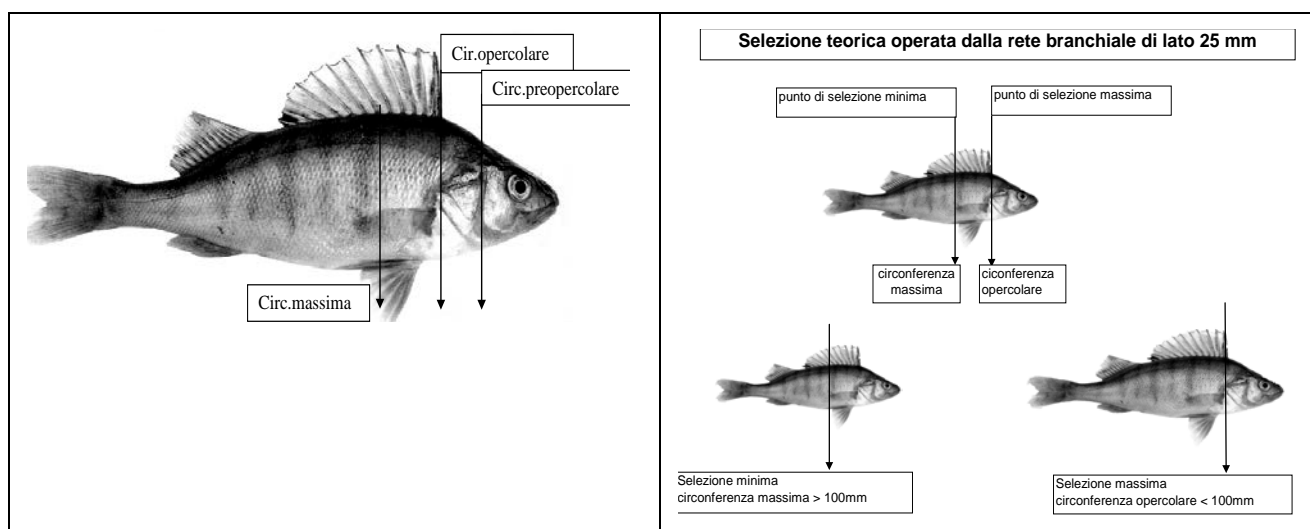


Figura 40. Selezione teorica delle reti branchiali nel persico reale

La relazione tra la lunghezza totale del pesce e le due circonferenze, di tipo lineare, risulta molto utile per calcolare le curve di selezione delle reti e convertire la selezione teorica in valori di lunghezze. Tramite l'analisi di regressione lineare, quindi, sono state calcolate le relazioni tra lunghezza-circonferenza massima e lunghezza-circonferenza opercolare. Sulla base delle due relazioni, per ogni campionamento sono state ricavate le curve di selezione teorica delle singole reti, assumendo che:

- sono selezionati dalle reti branchiali tutti i pesci che presentano contemporaneamente una circonferenza massima ed una circonferenza opercolare inferiore al perimetro della maglia.

- b. Le circonferenze relative ad ogni classe di lunghezza sono distribuite secondo una curva gaussiana (detta anche normale), con una varianza comune per tutte le classi di lunghezza.

Tali condizioni sono rese evidenti nella figura seguente (Hamley, 1975). Per ogni classe di lunghezza dei pesci, la selettività è stimata dalla percentuale di pesci che presentano contemporaneamente una circonferenza opercolare inferiore al perimetro della maglia e una circonferenza massima superiore. Risulta evidente che la parte sinistra della curva è determinata dalla circonferenza massima (punto di selezione minima), mentre la parte destra dalla circonferenza opercolare (punto di selezione massima). La parte centrale è relativa alle classi di lunghezza con le percentuali più elevate per entrambe le circonferenze.

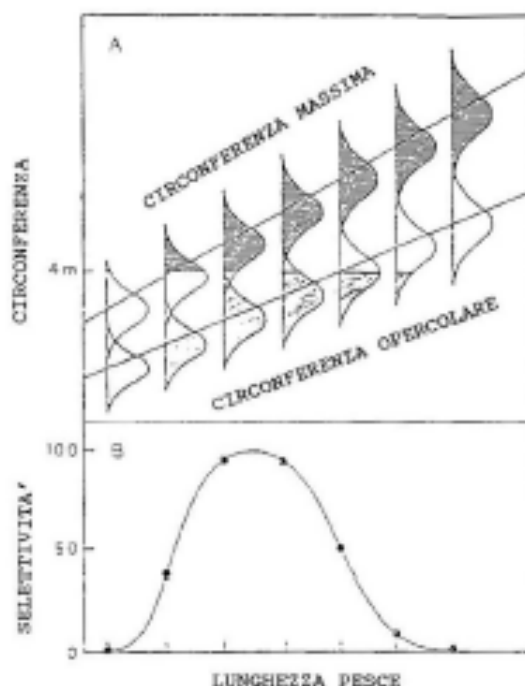


Figura 41. Inferenza della selettività dai valori di circonferenza. A: Distribuzione della circ. massima (aree ombreggiate: circ max > 4m) e della circ. opercolare aree ombreggiate circ max < 4m). B: curva di selezione teorica (Hamley, 1975).

È però importante sottolineare un aspetto: le curve ricavate con questo metodo rappresentano la **selezione potenziale delle reti**. Questa risulterebbe sovrapponibile alla selezione reale **se** nella popolazione ittica la **catturabilità di ogni classe di lunghezza fosse costante** (se ogni classe di lunghezza fosse cioè rappresentata da uno stesso numero di individui).

È evidente che ciò non si verifica, in quanto la serie di classi di età nella popolazione determina dei picchi di frequenza relativi alle lunghezze corrispondenti. Ciò determina, quindi, una selezione risultante che può variare sensibilmente rispetto a quella teorica. In altre parole, **se la catturabilità teorica di una classe di lunghezza per una rete di maglia m è pari al 100% ma nella distribuzione della popolazione tale classe risulta assente, nella curva di selezione reale della rete la percentuale relativa a tale classe sarà pari a zero.**

Si specifica che la struttura percentuale delle classi di lunghezza ricavata dalla rete multimaglia indica la situazione pelagica alla profondità di posizionamento delle reti. Per tale motivo le classi di lunghezza inferiori possono presentare una frequenza minore, mentre nella realtà è certamente il contrario. Ciò può essere attribuito anche alla selezione incompleta della rete minima sulle classi più giovani o all'assenza di queste ultime dalla zona di pesca.

Nella figura seguente è riportato un esempio, che mostra come, nelle condizioni esaminate, la classe di età 1+ a luglio venga completamente selezionata dalla rete con maglia 26 mm (oltre l'80% dei soggetti lunghi

255 mm è soggetto a cattura ad opera di questa maglia) mentre la classe 2+ è totalmente fuori dalla selezione.

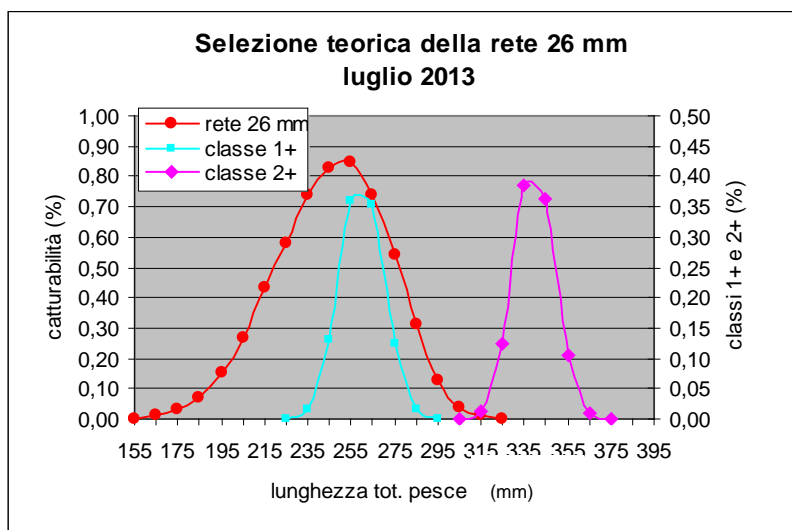


Figura 42. Esempio di curva di selezione teorica della rete

8.2.4 STIMA DEL TASSO DI MORTALITÀ TOTALE ANNUALE

Il tasso di mortalità rappresenta uno dei parametri fondamentali nello studio di una popolazione, poiché nascita, accrescimento, riproduzione e morte sono gli ingredienti base per lo studio di molti aspetti base dell'ecologia. La mortalità rappresenta la progressiva diminuzione del numero di individui di una stessa classe di nascita nel corso degli anni, ed è evidenziabile come numero di individui sopravvissuti per età successive.

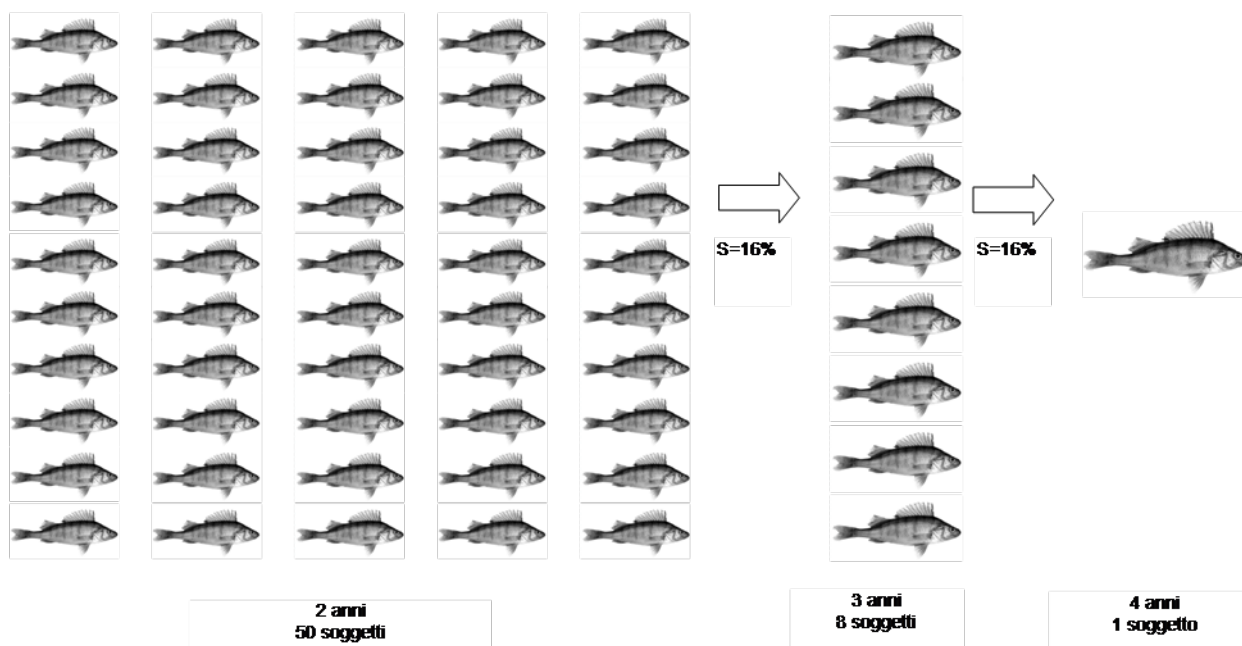


Figura 43. Evoluzione di una coorte di persico dal 2° al 4° anno di vita in base ai valori di mortalità totale (S = tasso di sopravvivenza)

Nelle popolazioni ittiche il tasso di mortalità è rilevabile principalmente secondo due metodiche: l'analisi diretta sulla coorte (singole classi di nascita) e l'analisi indiretta sulla pseudocoorte (differenti classi di nascita).

Il coefficiente di mortalità totale Z viene valutato tramite il metodo della **curva di cattura linearizzata** (*linearized catch curve*), che è una rappresentazione grafica del numero di individui sopravvissuti contro le rispettive età. L'equazione di base è la curva classica di accrescimento esponenziale di una popolazione:

$$N_t = N_0 \cdot e^{Zt}$$

dove N_0 = numero di individui al tempo $t = 0$;

N_t = numero di individui al tempo t ;

Z = tasso istantaneo di mortalità totale o coefficiente di mortalità totale, che, trattandosi di un decremento, ha segno negativo.

Per la stima di Z è necessario conoscere l'abbondanza di ogni gruppo di età N_0, N_1, N_2, N_3 , etc., della popolazione in due o più periodi successivi. Pertanto, attraverso la frazione dei sopravvissuti (S) $N_1/N_0, N_2/N_1, N_3/N_2$, etc., si ottiene il tasso di mortalità totale tra i vari gruppi di età e quindi un valore di Z medio per l'intero stock. In altre parole, la curva esponenziale viene linearizzata applicando una trasformazione logaritmica del numero di individui. Il coefficiente angolare della retta rappresenta il **coefficiente di mortalità totale Z** . Il corrispondente **tasso di sopravvivenza annuale S** è ricavabile come $S = e^{-Z}$.

Il metodo più corretto di valutazione del tasso di mortalità annuale sarebbe quello condotto direttamente sulle singole **coorti** (dove per coorte si **intende un gruppo di individui della stessa età appartenenti allo stesso stock, quindi prelevati in un singolo campionamento**) sulla base dei dati di cattura delle singole classi di età a parità di sforzo. Ovviamente l'analisi della dinamica delle singole coorti richiede più campionamenti stagionali ed un periodo di campionamento sufficiente esteso, meglio se biennale. In tale modo è possibile seguire l'evoluzione delle singole coorti in base allo schema di seguito illustrato. Un presupposto fondamentale per la valutazione ed il confronto dei tassi di mortalità è che lo sforzo di pesca (metratura reti per tempo di posa) e la catturabilità delle singole classi di lunghezza siano costanti.

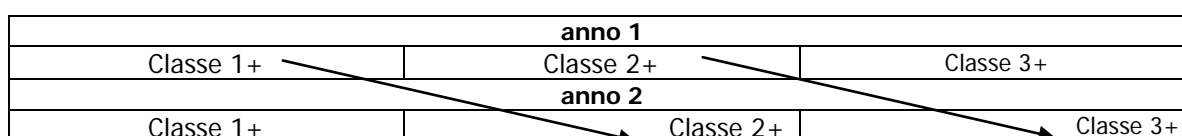


Tabella 18. Schema di evoluzione delle singole coorti

Un secondo metodo di valutazione del tasso di mortalità si basa sull'analisi della **pseudocoorte**, cioè su **classi di nascita diverse prelevate in un singolo campionamento**. L'applicazione di tale metodo presuppone pertanto che la natalità sia costante poiché assume che la struttura in classi di età di un singolo anno rispecchi l'evoluzione in classi di età della singola coorte nel corso della sua vita. Appare quindi evidente che il dato rilevato direttamente sulla coorte risulta più attendibile rispetto a quello sulla pseudocoorte, in quanto in natura difficilmente il tasso di natalità risulta costante.

Per entrambe le metodiche il presupposto fondamentale è che lo sforzo di pesca (metratura reti per tempo di posa) e la catturabilità delle singole classi di lunghezza sia costante. Per soddisfare questa richiesta è quindi necessario utilizzare una rete multimaglia appositamente calibrata allo scopo sulla base delle relazioni tra lunghezze e circonferenze di ogni singola specie. Per mantenere una catturabilità costante delle singole classi di lunghezza è, inoltre, necessario che sia costante la superficie di cattura delle reti di diversa maglia. Si ritiene, infatti, più idoneo per i corpi idrici esaminati lavorare a parità di superficie e non a parità di caselle (le maglie inferiori hanno, a parità di superficie, un numero maggiore di caselle). La seconda ipotesi si considera in genere preferibile in ambienti con elevate densità di soggetti.

Per la valutazione del tasso di mortalità è, inoltre, fondamentale stabilire la prima classe di età che è soggetta a catturabilità completa nella rete multimaglia. A tal scopo è necessario ricavare la curva di selezione della rete di maglia inferiore per verificare la selezione sulle classi di età più giovani presenti nel campione, come descritto nel paragrafo seguente.

Nel caso di popolazioni soggette a sfruttamento (pesca) il coefficiente di mortalità totale Z rappresenta la somma della Mortalità naturale M (predazione, malattie, longevità) e della Mortalità da pesca F , che a fini gestionali è importante valutare separatamente. Poiché $Z=F+M$ il valore di F è facilmente ricavabile come $F=Z-M$.

8.2.5 STIMA DEL TASSO DI MORTALITÀ NATURALE

La mortalità naturale M è la mortalità collegata a tutte le cause ad esclusione della pesca, come ad esempio la predazione, varie patologie, stress post-riproduttivo, carenze alimentari e invecchiamento.

Una misura diretta di M è spesso impossibile da ottenere o richiede metodiche lunghe e complesse per la contemporanea presenza della mortalità da pesca. In questa sede, la stima di tale parametro verrà pertanto effettuata tramite il confronto di collaudati modelli di letteratura. **Il coefficiente di mortalità naturale è stato calcolato come valore medio dei seguenti sei modelli teorici utilizzati.**

- **Modello di Chen & Watanabe**(1989), che hanno realizzato il primo modello età dipendente per la stima della mortalità naturale, dove:

M = mortalità naturale

t_m = età di prima maturazione

t_0 = età teorica a lunghezza zero

K = coefficiente di crescita di Von Bertalanffy

$$\begin{aligned}
 M(t) &= \frac{k}{(1 - e^{-k(t-t_0)})} \quad \text{for } t < t_m \\
 M(t) &= \frac{k}{a_0} + a_1(t-t_m) + a_2(t-t_m)^2 \quad \text{for } t > t_m \\
 a_0 &= 1 - e^{-k(t_m-t_0)} \\
 a_1 &= k e^{-k(t_m-t_0)} \\
 a_2 &= -0.5k^2 e^{-k(t_m-t_0)} \\
 t_m &= -\left(\frac{1}{k}\right) \log(1 - e^{kt_0}) + t_0
 \end{aligned}$$

Chen & Watanabe

Figura 44. Equazione di Chen & Watanabe

- **Modello di Hewitt & Hoenig (2005)**:basato sull'età massima alla quale circa l'1,5% della popolazione è ancora vitale (t_{max}), secondo l'equazione $M = 4,22 / t_{max}$
- **Modelli di Jensen**: altri due modelli basati sui parametri dell'equazione di Von Bertalanffy
 $M/k = 1,5$ dove k rappresenta il fattore di accrescimento dell'equazione di Von Bertalanffy

$M = 1,65 / t_m$ dove t_m rappresenta l'età di prima maturazione

- **Modello di Richter & Efanov (1977):** si basa sull'equazione $M = (1,52 / t_{mass}^{0.72}) - 0.16$ dove t_{mass} rappresenta l'età alla quale il 50% dello stock raggiunge la maturità.

- **Modello di Pauly (1980):** che ha riscontrato una correlazione tra M ed alcuni parametri fisici (temperatura media annuale alla superficie) e biologici (K ed L_∞ in cm), secondo la formula:

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T$$

Tale formula indica che:

1. Le specie di minori dimensioni sono soggette ad una maggiore mortalità naturale.
2. Le specie ad accrescimento rapido hanno mortalità naturali più elevate.
3. Più caldo è l'ambiente acquatico maggiore è la mortalità naturale.

8.2.6 STIMA DELLA MASSIMA PRODUZIONE SOSTENIBILE - MSY

L'obiettivo della gestione di una popolazione ittica non è solamente la tutela della popolazione ma anche l'impostazione di una metodica di sfruttamento ottimale. A tale scopo esistono diversi modelli in letteratura in grado di simulare i risultati di diverse impostazioni di sfruttamento della popolazione.

I modelli gestionali consentono di simulare varie ipotesi di pesca e di ricavare l'impostazione che, oltre a garantire una significativa tutela della prima classe riproduttiva, permetta di ottenere la Massima Produzione Sostenibile (M.S.Y). Questa rappresenta la resa massima, in termini di pescato, ottenibile annualmente dalla popolazione: la resa massima si otterrebbe prelevando l'intera popolazione ma tale operazione sarebbe attuabile una sola volta e quindi non potrebbe essere costante.

Uno dei modelli classici utilizzati per le popolazioni ittiche è il **modello "rendimento per recluta" di Beverton e Holt** (di seguito modello B-H). Questo modello si basa sulla singola coorte o classe di nascita, considerando la popolazione come una semplice sequenza temporale di classi di nascita che si evolvono in modo costante. Impostando quindi la gestione ottimale sulla singola classe si ottiene automaticamente la gestione ottimale della popolazione.

L'applicazione di questo modello consente di ricavare la massima produzione ottenibile intervenendo su due variabili principali, l'**età di prima cattura (o inizio pesca) T_c** e la **mortalità da pesca F** . Quest'ultima deriva dal rapporto $F = q * f$, dove f è la pressione di pesca, e quindi i Km totali di rete posti giornalmente nel lago (ricavabili come numero di pescatori x metratura individuale), e q è il coefficiente di catturabilità, che può variare durante l'anno in funzione della selettività delle reti, della motilità, del posizionamento e della dimensione dei pesci, ecc. I parametri mortalità da pesca (F) ed età di inizio pesca (T_c) sono, infatti, i parametri su cui si agisce per la gestione delle risorse: F è proporzionale allo sforzo di pesca e T_c dipende dalla dimensione della maglia della rete.

Un gruppo di pesci nati nello stesso tempo ed appartenenti al medesimo stock costituisce una coorte. Il numero di sopravvissuti di una coorte decresce nel tempo mentre lunghezza ed il peso degli individui aumenta. Il modello "yield per recruit" descrive lo stato dello stock ed il rendimento che si può ricavare dall'attività di pesca in una situazione in cui la mortalità, sia naturale sia da pesca, viene assunta costante per tutto il tempo di vita di una coorte dal momento in cui questa entra nella fase di sfruttamento. È un modello analitico perché richiede, per la sua applicazione, i parametri relativi all'accrescimento degli individui e alla mortalità nella popolazione. L'accrescimento rappresenta l'incremento dello stock, mentre la mortalità, sia naturale sia da pesca, costituisce una perdita di biomassa.

Il modello, quindi, richiede i parametri dell'equazione di Bertalanffy (t_0 , K , L_∞), il peso asintotico W_∞ e la mortalità naturale M , che in questo modello viene considerata costante.

È quindi possibile simulare, sulla base di tali parametri, il risultato finale dell'azione di pesca sulla coorte al variare dell'età di inizio pesca (T_c) e della mortalità da pesca (F), inteso come produzione. Quest'ultima viene espressa come valore relativo, il classico **yield per recruit (Y/R produzione per recluta)**, indicando con il termine "recluta" i soggetti di 1 anno di età, che rappresentano la prima classe di età potenzialmente pescabile. Il reclutamento è un processo che si realizza quando gli individui giovani di una popolazione, dopo aver compiuto le prime fasi del ciclo vitale (uovo e larva), si uniscono allo stock parentale, nel processo chiamato "reclutamento biologico", principalmente influenzato dalla capacità riproduttiva della specie, dai tempi di schiusa delle uova e dalla loro sopravvivenza, dalla crescita larvale e dalla loro sopravvivenza nonché dalla sopravvivenza dei giovanili nelle nursery. Nella prima fase del ciclo vitale le larve sono fortemente influenzate dai fattori ambientali (per es. temperatura, ossigeno, disponibilità di cibo) ma scarsamente influenzate dall'attività di pesca, quindi, sono in una fase non sfruttabile. L'età di reclutamento rappresenta la minima età alla quale la coorte può entrare nella selezione della pesca, mentre l'età di prima cattura è l'età effettiva di inizio pesca (Figura 45).

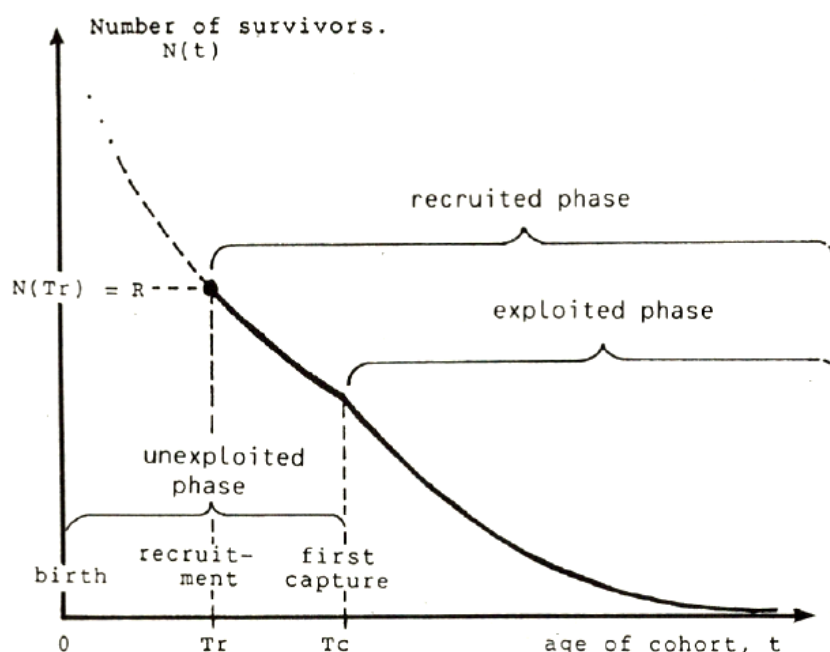


Figura 45. Dinamica di base di una coorte: le tappe fondamentali nella vita di una coorte soggetta a pesca. Le curve che illustrano il decremento numerico degli individui della coorte seguono il classico modello di decremento esponenziale.

Il valore relativo, espresso in grammi x recluta, è quindi indicativo della produzione totale poiché, se Y/R è pari a 100 grammi, si ricaveranno 100 Kg di pescato (Y) per ogni 1.000 reclute iniziali (R).

Una volta costruita la curva di rendimento-recluta Y/R come funzione di F e T_c , il valore massimo di Y/R rappresenta il massimo rendimento sostenibile (MSY). Ovviamente la migliore impostazione di pesca è quella corrispondente al massimo valore di produzione (MSY). Su tale base verrà quindi stabilita l'età di inizio cattura (T_c) semplicemente calibrando la maglia delle reti, mentre la pressione di pesca verrà aumentata o diminuita in base al tasso di mortalità totale preesistente. Si ricorda inoltre che il modello B-H a parametri costanti assume che la struttura annuale della popolazione sia uguale alla struttura della coorte nel corso della sua vita. La conseguenza di questo presupposto è che la struttura della popolazione coincide con la struttura della singola coorte nel corso della sua vita (figura seguente).

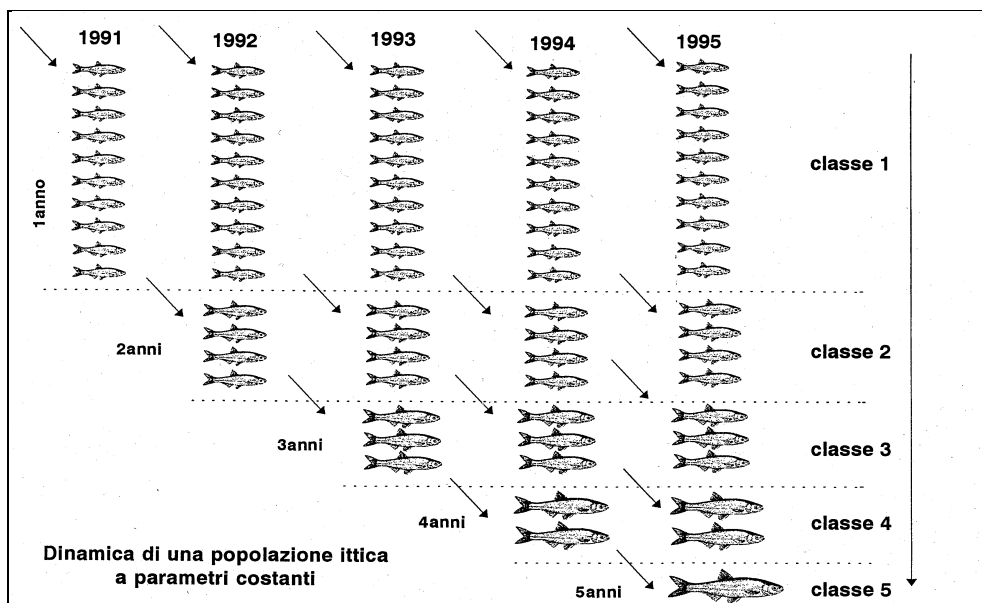


Figura 46. Dinamica di una popolazione ittica a parametri costanti

Per meglio comprendere la logica sulla quale lavora il modello di Beverton e Holt è utile analizzare la figura seguente (Figura 47), nella quale è rappresentata l'evoluzione annuale di una ipotetica coorte di pesci, partendo da un numero iniziale di 1000 individui soggetti alla sola mortalità naturale (M). Moltiplicando il peso medio annuale per il corrispondente numero di soggetti si ricava la biomassa annuale della coorte. Risulta evidente che il massimo valore di biomassa della coorte è raggiunto al secondo anno di vita. La massima resa della pesca si avrà quindi intorno a tale periodo, in quanto nella prima parte della curva le perdite dovute alla mortalità naturale sono compensate dall'elevato accrescimento ponderale (quindi la biomassa continua a crescere) mentre nella parte destra della curva ciò non avviene, a causa della diminuzione delle capacità di accrescimento dei soggetti.

Poiché nel nostro caso la pesca non può essere concentrata in un breve periodo inducendo una mortalità da pesca F molto elevata, per ottenere le rese massime si dovrà iniziare la pesca nel periodo precedente al picco di biomassa mantenendo valori di F più contenuti.

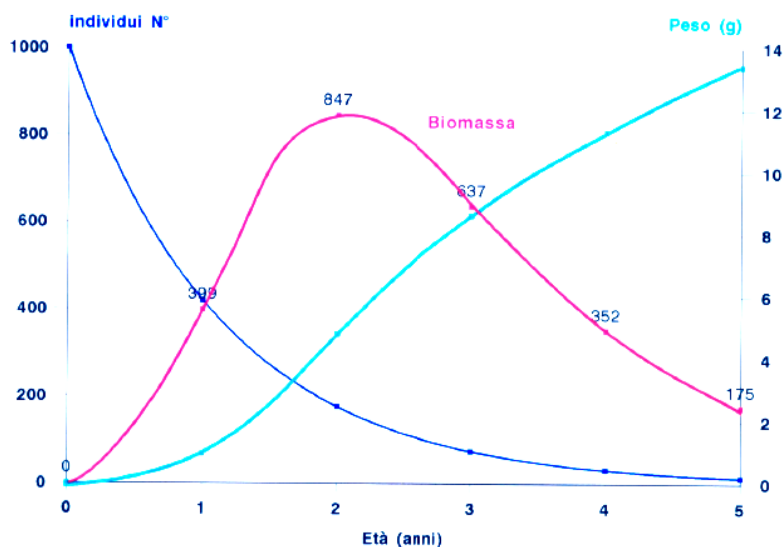


Figura 47. Esempio di evoluzione teorica di una coorte in assenza di pesca con $M=0,58$ (alborella del Lago di Como)

La figura seguente fornisce un esempio di curva di "rendimento per recluta", il cui "picco" rappresenta il massimo rendimento ottenibile, in termini di sostenibilità di sforzo di pesca.

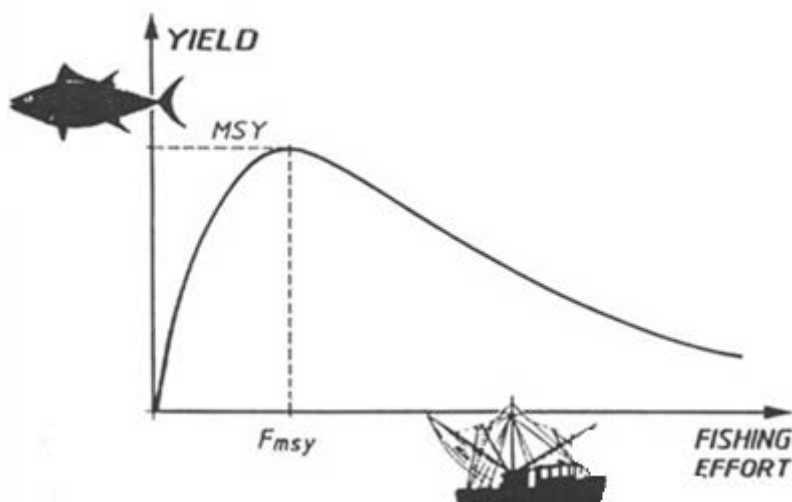


Figura 48. Curva di "rendimento per recluta" ottenuta per una ipotetica popolazione di specie marina (da Sparre e Venema, 1998)

È importante però sottolineare che le analisi di produzione per recluta (Y/R) non considerano la sostenibilità del valore ottimale di mortalità da pesca F individuato. L'esperienza ha dimostrato che l'applicazione del solo concetto di F_{MSY} , ossia il valore di F in grado di garantire la massima produzione per recluta, risulta in genere troppo elevato e porta al declino della popolazione.

Nella gestione della pesca al posto di F_{MSY} viene spesso preso in considerazione per convenzione il valore di $F_{0.1}$, che rappresenta il valore di mortalità da pesca (F) al quale la pendenza della curva di Y/R è pari al 10% della pendenza all'origine. Hilborn and Walters (1992) considerano la "strategia del $F_{0.1}$ come uno dei cambiamenti più significativi nella gestione della pesca in sostituzione della generale applicazione del MSY (massima produzione sostenibile)" e risulta significativa non tanto per particolari presupposti teorici, ma semplicemente perché appare maggiormente cautelativa rispetto ai precedenti F_{msy} e MSY. Si noti quindi che il concetto di $F_{0.1}$ non ha nessun presupposto teorico a parte il fatto che empiricamente appare più conservativo in un'ottica di tutela della risorsa ittica. In cambio di un minima perdita in termini di produzione si ottiene un notevole incremento della resilienza (capacità di ripresa) dello stock negli anni di scarso reclutamento.

Un esempio illustrato nella figura seguente, che riporta sia la curva di "rendimento per recluta" in funzione della mortalità da pesca (F) ottenuta col modello B-H sia l'evoluzione della biomassa (intesa come rimanente nel lago) sempre in funzione di F per $T_c = 2,5$ (cioè con un'età di prima cattura a 2 anni e mezzo), può meglio chiarire il concetto. In questo caso il valore di MSY (corrispondente al picco della curva Y/R) risulta pari a 465 g x recluta, per un corrispondente valore di mortalità da pesca F_{MSY} pari a 1,33. Considerando, invece, la mortalità da pesca $F(0,1)$ la produzione per recluta Y/R scende a 409 per un corrispondente valore di mortalità da pesca pari a 0,44.

Confrontando le due strategie di pesca si evidenzia che, con una perdita solamente del 12% in termini di produzione per recluta (da 465 a 409 g x recluta) si ottiene un incremento in termini di biomassa della popolazione del 22% (dal 14% al 36%). In altri termini, al valore di F_{MSY} corrisponderebbe una perdita di biomassa pari a circa l'86% di quella iniziale (se agisse cioè la sola mortalità naturale), mentre il valore di $F(0,1)$ determinerebbe una minore perdita di biomassa, pari al 64% rispetto alla condizione iniziale in condizioni naturali, e quindi incrementando il valore di biomassa dello stock riproduttivo al 36% (determinando quindi un incremento di biomassa pari al 22%).

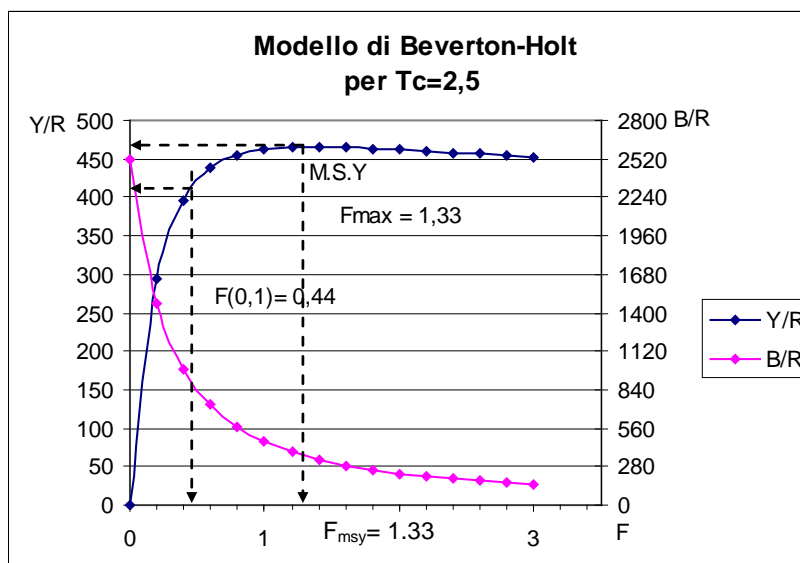


Figura 49. Esempio di relazione tra produzione e biomassa

È tuttavia possibile che anche il concetto di $F_{0,1}$ non risulti sufficientemente conservativo: questo potrà essere verificato solo con l'esperienza sul campo, anche se è certamente meno probabile. Lo scopo è comunque quello di realizzare il duplice obiettivo di tutela e sfruttamento ottimale delle popolazioni naturali, mantenendosi sul confine tra il sovrasfruttamento, che può spingere la popolazione all'estinzione, e il sottosfruttamento, che produce un raccolto inferiore a quello potenzialmente ottenibile.

8.2.6.1 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GESTIONALI CON MODELLI AGGIUNTIVI

Oltre alle metodiche già descritte nei paragrafi precedenti, per le specie ittiche target del Lago Maggiore (coregone lavarello, coregone bondella e agone) è stata sperimentata la definizione dei parametri gestionali specifici, ovvero della **lunghezza ottimale di cattura L_{opt}** , attraverso il più semplice modello di Froese & Binoholan (2000).

Il modello, che si basa sulle caratteristiche di accrescimento di ogni specie ed in particolare sulla lunghezza massima teorica raggiungibile in presenza della sola mortalità naturale è attualmente alla base di tutta la strategia di gestione della pesca nei paesi nordici affacciati sul Mar Baltico, ed è finalizzato al raggiungimento di un migliore equilibrio tra uso delle risorse e conservazione della funzionalità ecosistemica in quanto permette di massimizzare la resa di pesca nel tempo in termini di biomassa (*Maximum Sustainable Yield*) e dall'altro di mantenere una struttura di taglia delle specie tale da garantire la conservazione negli anni a venire. Il modello empirico proposto da Froese & Binoholan (2000) si basa sul modello di Holt (1958) secondo cui la massima produzione possibile per recluta è ottenuta ad una età ottimale (t_{opt}) che corrisponde ad una lunghezza ottimale (L_{opt}) dove il prodotto tra il numero degli individui sopravvissuti moltiplicato per la loro biomassa media è massimo. Tuttavia, la stima di L_{opt} richiede la conoscenza della mortalità naturale e del parametro K della equazione di Von Bertalanffy, cosa non sempre possibile da ricavare in popolazioni sfruttate dalla pesca. Per questa ragione, Froese & Binoholan hanno elaborato un modello molto semplice, che sulla base dei principi di Holt e dopo essere stato testato su un ampio database di riferimento, ricava il parametro L_{opt} dalla sola lunghezza massima teorica raggiungibile L_{inf} . In linea generale il modello prevede una lunghezza ottimale di cattura pari a circa 0,6-0,7 volte la lunghezza massima teorica L_{inf} . La semplice equazione di riferimento è la seguente: $L_{opt} = 10^{(1,0003 * \log_{10}(L_{inf}) - 0,2161)}$. Presupposto per l'applicazione del modello di Froese & Binoholan è l'utilizzo di parametri di L_{inf} realmente rispecchianti quelli della popolazione soggetta a sola mortalità naturale.

9. MACROATTIVITÀ 3 -MONITORAGGIO DELL'ANGUILLA

L'attività è finalizzata a verificare la smonta autunnale delle anguille argentine e ad assolvere l'obbligo di monitoraggio, in conformità a quanto previsto dal Piano Nazionale Anguilla (Reg. CE 1100/2007), con particolare riferimento al Contributo di Regione Lombardia al Piano Nazionale per azioni locali sul territorio lombardo.

La smonta dell'anguilla, cioè la discesa dei fiumi alla volta del mare e dell'oceano, per il compimento della riproduzione che ha luogo nel Mare dei Sargassi, è un fenomeno che interessa le anguille argentine (adulti pronti per la riproduzione) e che, in ambito lombardo, si svolge nel periodo autunnale. È quindi evidente in quest'ambito il ruolo centrale svolto dai grandi corsi d'acqua della Pianura Padana come vie preferenziali di discesa: Fiume Po, Fiume Mincio (emissario del Garda), Fiume Oglio (emissario dell'Isèo), Fiume Ticino (emissario del Verbano), Fiume Adda (emissario del Lario), Fiume Chiese (emissario dell'Idro).

I dati resi disponibili dalla letteratura di settore indicano da tempo un preoccupante declino dello *stock* di anguilla europea in tutto il suo areale. Le informazioni più recenti segnalano di fatto che esso è giunto al suo minimo storico, con valori del pescato sia di anguille giovani sia di anguille adulte inferiori al 10%, anche prossimi all'1% in alcuni casi, rispetto a quelli che si registravano negli anni '70 del secolo scorso, quando ancora la specie risultava in buono stato di conservazione. Da allora l'anguilla è stata inserita nelle liste IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) in cui è oggi riconosciuta come specie "Critically Endangered", cioè ad elevato rischio di estinzione in natura. Essa è stata inoltre ripetutamente segnalata nei rapporti dell'ICES (*International Council for the Exploration of the Sea*) come specie a forte rischio, spiegando la propria preoccupazione non solo con considerazioni di natura ecologica e biologica, ma anche in riferimento all'accresciuta domanda di ceche da parte del mercato asiatico verificatasi negli ultimi anni, che ha comportato l'incremento incontrollato dello sforzo di pesca ed ha condizionato la disponibilità di ceche sia per i ripopolamenti sia per l'anguillicoltura europea (Graia, 2009). Nel 2007 l'Unione Europea ha emanato il Regolamento (CE) N. 1100/2007 del Consiglio del 18 settembre 2007 che istituisce misure per la ricostituzione dello *stock* di anguilla europea, il cui obiettivo è proprio la protezione e l'utilizzo sostenibile della specie. Al fine di raggiungere tale obiettivo, gli Stati membri sono tenuti a sviluppare piani di gestione nazionali per i loro distretti di bacino, predisposti al fine di ridurre la mortalità di origine antropogenica.

I dati raccolti dalle Carte Ittiche Provinciali e da altri lavori di monitoraggio ittico compiuti in ambito regionale, nonché le segnalazioni provenienti dal mondo della pesca professionale e dilettantistica, sono tutti concordi nel confermare un declino demografico, ormai attivo da diversi anni, dell'anguilla in tutto il territorio lombardo (ERSAF, 2009).

In tale contesto si inserisce l'Azione 3, i cui obiettivi sono i seguenti:

1. Valutazione dell'abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati, che tenga conto anche dei dati acquisiti attraverso le attività di caratterizzazione dei popolamenti ittici lacustri.
2. Elaborazione di una scala di priorità regionale, sulla base di un'analisi costi-benefici, degli interventi strutturali necessari per garantire sia la risalita delle giovani anguille sia la smonta delle anguille argentine.
3. Analisi critica delle normative che regolano il prelievo dell'anguilla e la formulazione di eventuali proposte migliorative ai fini della conservazione della specie.

9.1 CONTENUTI MONOGRAFIA WP3

Il rapporto finale relativo all'attività di monitoraggio dell'anguilla europea, in conformità a quanto previsto dal Piano Nazionale Anguilla (Reg. CE 1100/2007), con particolare riferimento al Contributo di Regione Lombardia al Piano Nazionale per azioni locali sul territorio lombardo, avrà i seguenti contenuti:

- Valutazione dell'abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati, che tenga conto anche dei dati acquisiti attraverso le attività di caratterizzazione dei popolamenti ittici lacustri.
- Scala di priorità regionale, sulla base di un'analisi costi-benefici, degli interventi strutturali necessari per garantire sia la risalita delle giovani anguille sia la smonta delle anguille argentine.
- Analisi critica delle normative che regolano il prelievo dell'anguilla e la formulazione di eventuali proposte migliorative ai fini della conservazione della specie.

Di seguito si specifica la struttura della monografia WP3.

1. Descrizione delle attività di campionamento eseguite

- Dettaglio delle campagne di censimento.
- Carta dei punti di campionamento.

2. Descrizione delle attività di campionamento eseguite

- Abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati e carte di distribuzione e di abbondanza

3. Effetti degli impianti idroelettrici sulla specie

4. Scala di priorità regionale degli interventi strutturali necessari per garantire la libera migrazione

- Formulazione di proposte migliorative
- Carta delle priorità regionali

5. Analisi critica delle normative vigenti e formulazione di proposte migliorative

9.2 METODOLOGIE

9.2.1 CAMPIONAMENTO E RACCOLTA DATI

Al fine di adempiere all'obiettivo 1 verrà condotta un'attività di **monitoraggio della smonta delle anguille**.

Per catturare le anguille e realizzare il censimento sono state realizzate dalle attività di elettropesca. Per ogni emissario sono state monitorate 4 stazioni, collocate a distanza crescente dal lago, nei periodi in cui avviene la smonta naturale delle anguille argentine, ovvero in autunno-inverno, per 2 anni consecutivi.

I soggetti catturati sono stati anestetizzati con opportuno anestetico per permettere la misurazione dei parametri di lunghezza totale e peso totale. Una volta conclusi i rilevamenti, i soggetti sono stati rilasciati.

I dati raccolti a seguito delle campagne di cattura mirate sono stati integrati con le informazioni raccolte tra i **pescatori professionisti** che operano nei tratti degli emissari in uscita dai laghi in oggetto e che pescano le anguille con i bertovelli o le caratteristiche "pescaie".

9.2.2 ANALISI DATI

I dati raccolti permettono di valutare l'abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati, integrando i risultati della campagna specifica con i risultati della campagna di monitoraggio delle comunità ittiche dei 7 laghi prealpini.

Nel caso di sbarramenti dovuti ad impianti idroelettrici lungo gli emissari dei 7 laghi in oggetto, è stato indagato **l'effetto della mortalità causata dalle turbine sulla specie**. Tale fenomeno risulta particolarmente frequente per l'anguilla, a causa dell'elevata diffusione di opere di presa di centrali idroelettriche lungo i corsi d'acqua, dotate di turbine che, se raggiunte dai pesci, possono procurare loro lesioni o addirittura la morte a seguito in particolar modo della rottura della colonna vertebrale. Pertanto, sono state indagate 2 stazioni in corrispondenza dell'impianto, a monte e a valle, al fine di verificare la presenza di soggetti lesionati o morti. I dati sono stati integrati con eventuali informazioni raccolte tra gli operatori degli impianti.

Al fine di contrastare le minacce che emergeranno dai risultati del monitoraggio, verranno individuati i migliori strumenti di contrasto, attraverso la definizione di una **Scala di priorità regionale degli interventi**.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle attività di monitoraggio, gli strumenti normativi che attualmente regolano il prelievo dell'anguilla sono stati valutati e analizzati in maniera critica, allo scopo di formulare, qualora necessario, **proposte migliorative** ai fini della conservazione della specie.

RISULTATI

10. RIASSUNTO DEI RISULTATI DELLA MACROATTIVITÀ WP1

10.1 RISULTATI DEI CAMPIONAMENTI

Di seguito si riporta il numero assoluto totale di soggetti campionati nell'ambito della Macroattività 1, distinti per lago e per specie.

ID specie	Garda		Maggiore		Como	Iseo	Varese	Mezzola	Idro	Totale
	alto	basso	alto	basso						
ACE			23	192						215
AGO	225	200	4	5	33	279				746
ALB	1	118		16	965	13		4		1117
ANG					1	9	4	5	8	27
BOT	4	2	30	6	8	7		16	15	88
CAG	100	5	42	36	11					194
CAP		1			7	10			7	25
CAR		42		5	17	3	40	1	2	110
CAV	6	186	1	9	4	79		4		289
COB	2		1	1	4	2	1	1		12
CORsp					6					6
COR_BO			66	80	15					161
COR_LA	21	110	4	11	8	4		7		165
GAM							85			85
GAR			457	869	15		255			1596
GHI			3	11	10	20	1	3	22	70
LUC	2		2		3	7	6	8	4	32
LUP			8	66	14		197	6		291
PEG		1		8	2		280			291
PEP	503	988	609	781	1675	1621	1648	181	432	8438
PES	36	201	6	10	42	141	485	1	3	925
PET	1	1				3	83		1	89
PIG			2	1	19			24		46
PSE		21								21
ROD		40	8			166		2	83	299
SAL					1	1		1		3
SAV								2		2
SCA	29	544	29	7	29	522	159	158	21	1498
SCZ	3		2	12	1			14		32
SIL			1	3			2			6
TIN					7	5	36	13	1	62
TRI	493	938	1	3	57	435		65	61	2053
TRO_IR			2					3		5
TRO_LA	1	2	1	1	1	1		1	8	16
VAI		1	11		8	1		1		22
Totale	1427	3401	1313	2133	2963	3329	3282	521	668	19037
N° specie	15	18	23	22	26	21	15	23	14	34
	21		26							

Tabella 19. Numero totale di soggetti campionati nell'ambito della Macroattività 1, distinti per lago e per specie

Nella tabella seguente sono specificati i codici delle specie, indicando nome comune e autoctonia.

ID	Nome Comune	Origine
ACE	Acerina	alloctono di recente introduzione
AGO	Agone	autoctono
ALB	Alborella	autoctono
ANG	Anguilla	autoctono
BAR	Barbo comune	autoctono
BOT	Bottatrice	autoctono
CAG	Cagnetta	autoctono
CAR	Carassio	alloctono di storica introduzione
CAP	Carpa	alloctono di storica introduzione
CAV	Cavedano	autoctono
COB	Cobite comune	autoctono
COR	Coregonide	alloctono di storica introduzione
COR_BO	Coregone bondella	alloctono di storica introduzione
COR_LA	Coregone lavarello	alloctono di storica introduzione
GAM	Gambusia	alloctono di storica introduzione
GAR	Gardon	alloctono di recente introduzione
GHI	Ghiozzo padano	autoctono
LUC	Luccio	autoctono
LUP	Lucioperca	alloctono di recente introduzione
PES	Persico sole	alloctono di storica introduzione
PET	Persico trota	alloctono di storica introduzione
PEG	Pesce gatto	alloctono di storica introduzione
PEP	Pesce persico	autoctono
PIG	Pigo	autoctono
PSE	Pseudorasbora	alloctono di recente introduzione
ROD	Rodeo amaro	alloctono di recente introduzione
SAL	Salmerino alpino	alloctono di storica introduzione
SAV	Savetta	autoctono
SCA	Scardola	autoctono
SCZ	Scazzone	autoctono
SIL	Siluro	alloctono di recente introduzione
TIN	Tinca	autoctono
TRI	Triotto	autoctono
TRO_IR	Trota iridea	alloctono di storica introduzione
TRO_LA	Trota lacustre	autoctono
VAI	Vairone	autoctono

Tabella 20. Le 34 specie catturate nei 7 laghi lombardi oggetto di indagini

In totale, sono state censite **34 specie ittiche differenti**: la maggiore biodiversità è statariscontrata nel Lago Maggiore e nel Lago di Como (26), mentre il numero minore di specie è stato rinvenuto nel Lago d'Idro e nel di Varese (rispettivamente 14 e 15). Numerose le **specie alloctone** presenti (in totale 17), di cui 6 di recente introduzione.

Considerando il numero di soggetti catturati nell'ambito dell'attività WP1, la speciepercentualmente più abbondante nelle zone di riva di tutti i laghi risulta il **pescopersico**; si segnala l'abbondanza del triottonel Garda, del gardon e dell'acerina nel Maggiore. Nel pelago lacustre del Garda abbondano i coregonidi e gli agoni;nel Maggiore l'agone è al di sotto delle potenzialità e la bondella domina sul lavarellomentre nell'Iseo scarseggia il lavarello. Ovunque è scarsa o nulla la presenza dell'alborella, tranne che nel Lago di Como.

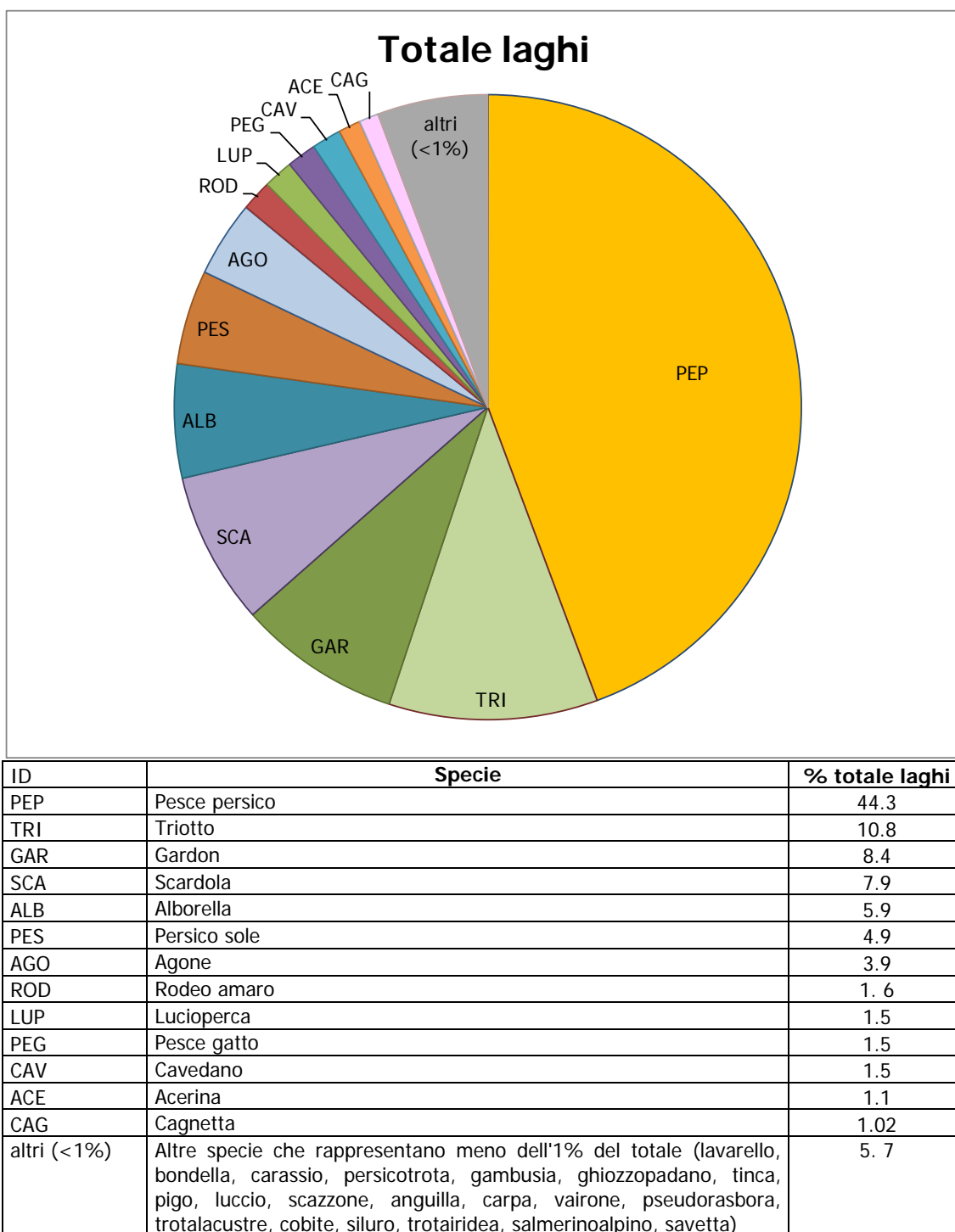


Figura 50. Percentuali del numero totale di soggetti pescati nell'ambito della Macroattività 1 distinti per specie e relativi valori

Nei grafici seguenti sono riportati i numeri complessivi dei soggetti pescati, distinti per lago e per specie.

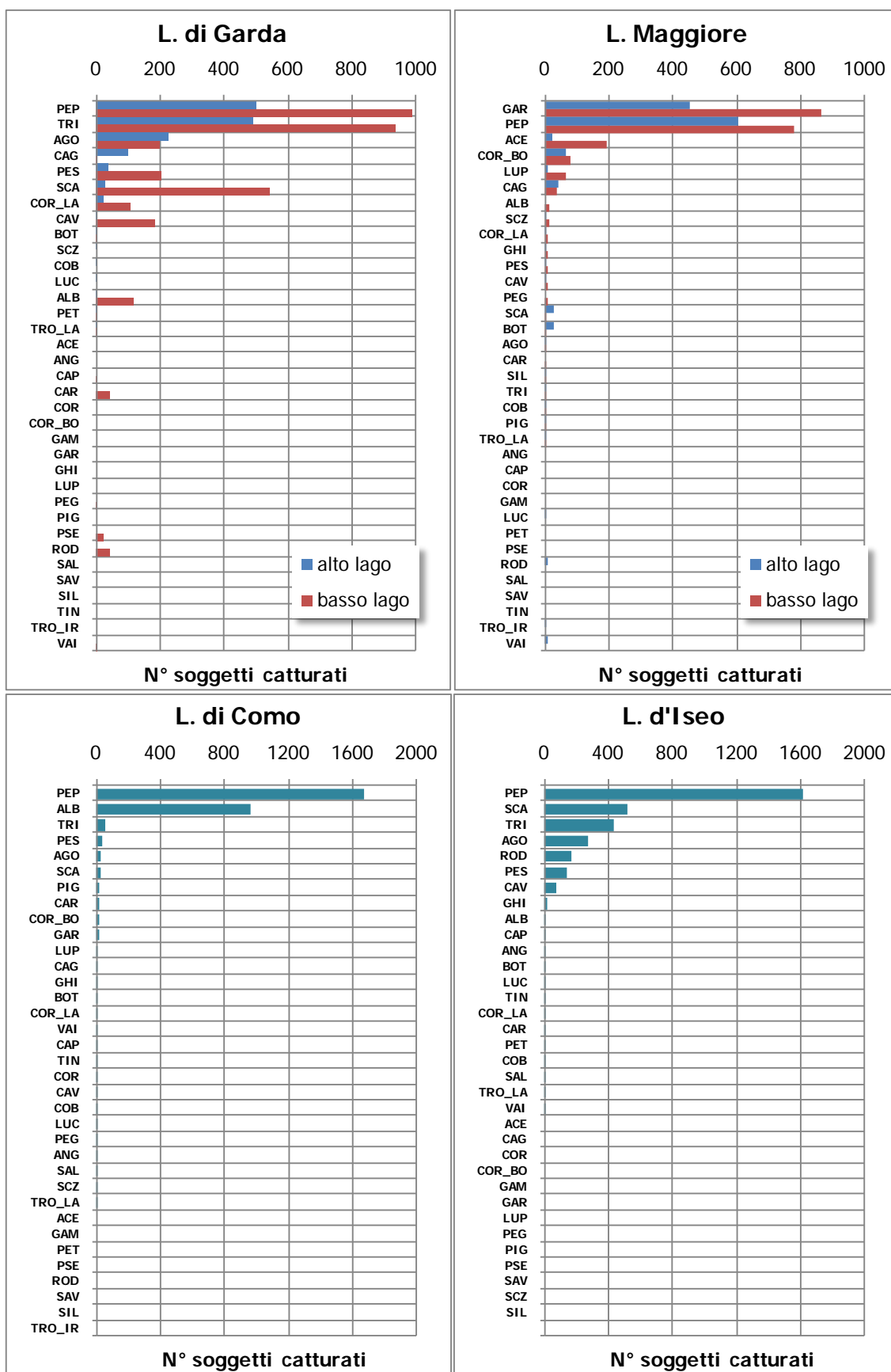


Figura 51. Numero di soggetti catturati per lago e per specie

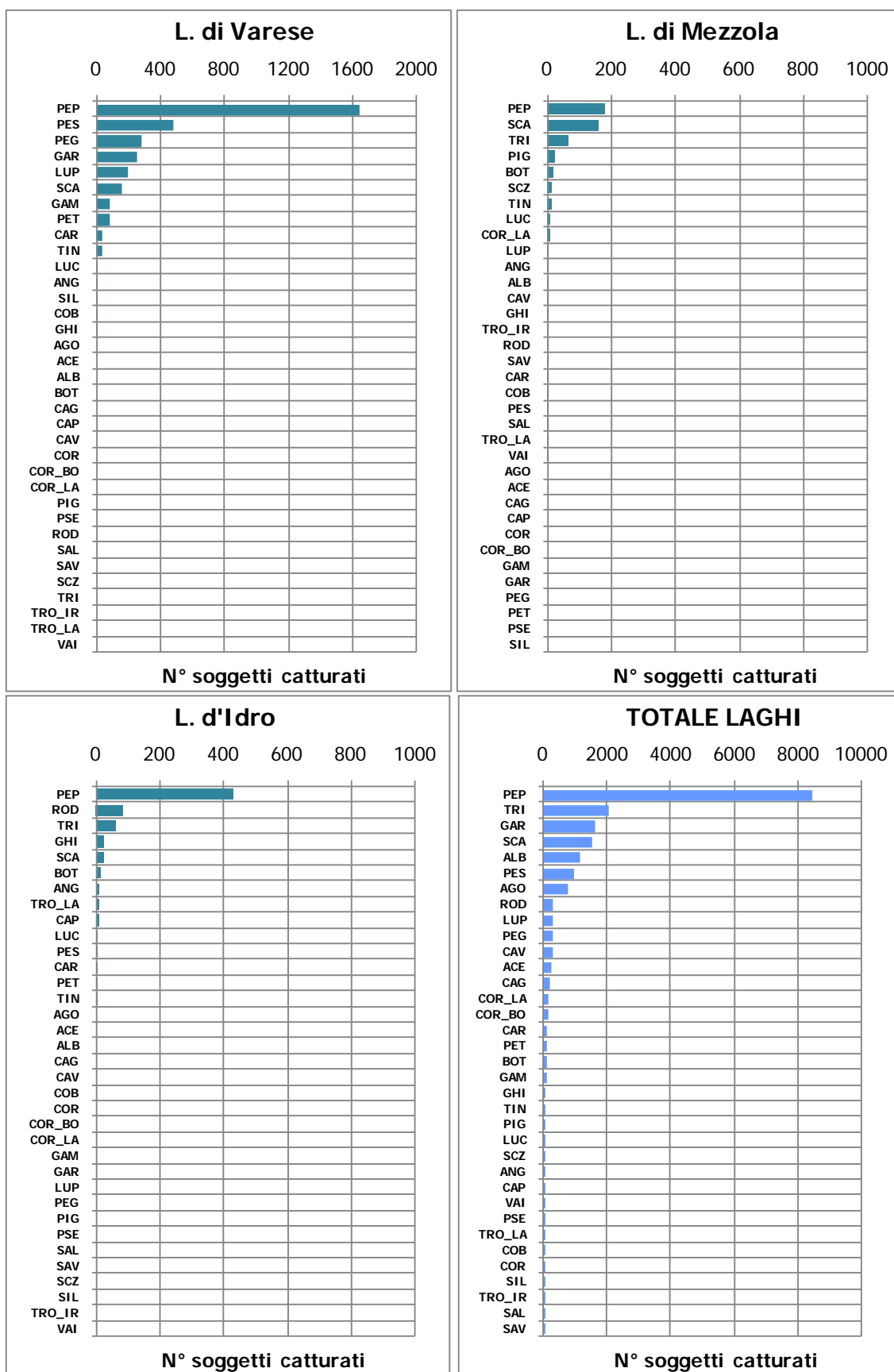


Figura 52. Numero di soggetti catturati per lago e per specie

Nella tabella seguente sono specificati i "ruoli trofici" di ogni singola specie, sia allo stadio adulto che giovanile, distinti in:

- Zooplanctivoro: che si ciba prevalentemente di zooplancton;
- Bentivoro: che si ciba prevalentemente di benthos;
- Onnivoro: che non ha preferenze alimentari;
- Piscivoro: che si ciba prevalentemente di altri pesci.

ID	Nome Comune	Guild adulto	Guild giovane
ACE	Acerina	Bentivoro	Bentivoro
BAR	Barbo comune	Bentivoro	Bentivoro
CAR	Carassio	Bentivoro	Bentivoro
CAP	Carpa	Bentivoro	Bentivoro
COB	Cobite comune	Bentivoro	Bentivoro
SAV	Savetta	Bentivoro	Bentivoro
SCZ	Scazzone	Bentivoro	Bentivoro
TIN	Tinca	Bentivoro	Bentivoro
ANG	Anguilla	Onnivoro	Onnivoro
BOT	Bottatrice	Onnivoro	Onnivoro
CAG	Cagnetta	Onnivoro	Onnivoro
CAV	Cavedano	Onnivoro	Onnivoro
GAM	Gambusia	Onnivoro	Onnivoro
GAR	Gardon	Onnivoro	Zooplanctivoro (<100 mm)
GHI	Ghiozzo padano	Onnivoro	Onnivoro
PES	Persico sole	Onnivoro	Onnivoro
PEG	Pesce gatto	Onnivoro	Onnivoro
PIG	Pigo	Onnivoro	Onnivoro
PSE	Pseudorasbora	Onnivoro	Onnivoro
ROD	Rodeo amaro	Onnivoro	Onnivoro
SCA	Scardola	Onnivoro	Zooplanctivoro (<100 mm)
TRI	Triotto	Onnivoro	Onnivoro
VAI	Vairone	Onnivoro	Onnivoro
LUC	Luccio	Piscivoro	Piscivoro
LUP	Lucioperca	Piscivoro	Piscivoro
PET	Persico trota	Piscivoro	Zooplanctivoro (<100 mm)
PEP	Pesce persico	Piscivoro	Zooplanctivoro (<150 mm)
SAL	Salmerino alpino	Piscivoro	Zooplanctivoro (<300 mm)
SIL	Siluro	Piscivoro	Onnivoro (<150 mm)
TRO_IR	Trota iridea	Piscivoro	Zooplanctivoro (<100 mm)
TRO_LA	Trota lacustre	Piscivoro	Zooplanctivoro (<100 mm)
AGO	Agone	Zooplanctivoro	Zooplanctivoro
ALB	Alborella	Zooplanctivoro	Zooplanctivoro
COR	Coregone	Zooplanctivoro	Zooplanctivoro
COR_BO	Coregone bondella	Zooplanctivoro	Zooplanctivoro
COR_LA	Coregone lavarello	Zooplanctivoro	Zooplanctivoro

Tabella 21. Guild trofici delle singole specie

Sulla base di queste informazioni sono stati analizzati i contributi percentuali delle 4 categorie trofiche per lago, in termini sia numerici che ponderali, riportati nelle figure seguenti.

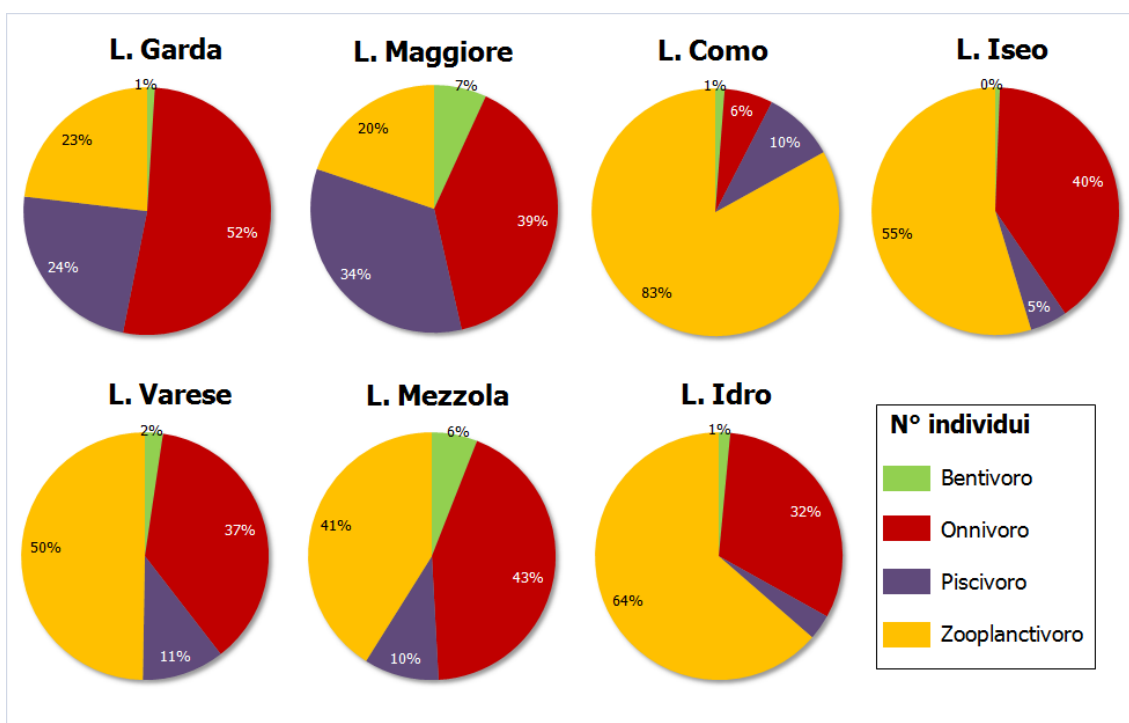


Figura 53. Contributi percentuali delle 4 categorie trofiche per lago, in termini numerici

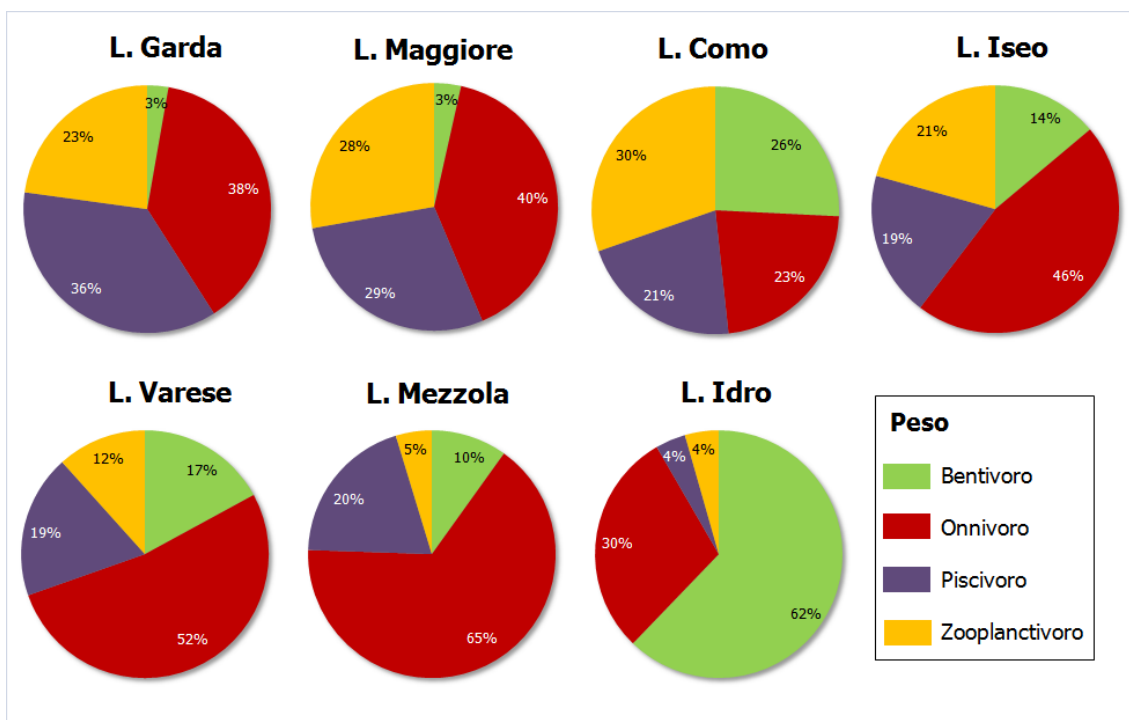


Figura 54. Contributi percentuali delle 4 categorie trofiche per lago, in termini ponderali

Nei laghi Garda e Maggiore la situazione appare del tutto simile, dal punto di vista sia numerico sia ponderale, con un buon equilibrio tra zooplanctivori, onnivori e ittiofagi, mentre la categoria dei bentofagi risulta poco rappresentata. Questo è principalmente imputabile alla scarsità all'interno del campione della carpa e della tinca, specie che nonostante la loro diffusione si sono dimostrate in quasi tutti i laghi difficilmente catturabili con le metodiche del protocollo. Nel Lago di Como la maggiore rappresentanza della categoria degli zooplanctofagi è legata alla cattura con elettropesca di un gran numero di giovani alborelle (4-6 cm); queste tuttavia sono state catturate con l'elettropesca in corrispondenza di un unico grande banco,

falsando quindi il risultato. Anche i laghi di Varese e Mezzola mostrano una composizione percentuale dei *guilds* trofici piuttosto simile tra loro, anche se la dominanza, numerica e ponderale, degli onnivori è attribuibile principalmente a scardole (>10 cm) nel Mezzola e a gardon e persico sole nel Varese, mentre gli zooplanctofagi, che dominano solo dal punto di vista numerico, sono rappresentati da persici giovani (<15 cm) nel Varese e da scardole giovani (<10 cm) nel Mezzola. Anche il campione del Lago d'Iseo mostra una struttura simile, ma con la categoria degli onnivori dominata da triotto, scardola, persico sole e l'alloctono di recente introduzione rodeo amaro, mentre gli zooplanctofagi sono rappresentati maggiormente dall'agone nel pelago e dai giovani persici nelle zone litorali. Nel Lago d'Idro dal punto di vista numerico, la netta dominanza degli zooplanctofagi è attribuibile all'elevato numero di persici catturati, tutti al di sotto dei 15 cm e quindi giovani appartenenti a questa categoria. Dal punto di vista ponderale, considerato lo scarso numero di soggetti catturati, la biomassa campionata è dominata dai bentofagi, rappresentati esclusivamente da carpa e carassio di grandi dimensioni.

I soggetti pescati nell'ambito della Macroattività 1 sono stati sottoposti alle seguenti operazioni:

- Riconoscimento della specie;
- Misurazione di lunghezza (mm) e peso (g);
- Prelievo delle scaglie per lettura dell'età in laboratorio;
- Verifica del sesso e dello stadio di maturazione delle gonadi.

In tabella seguente è specificato il numero delle misurazioni di cui sopra effettuate nell'ambito dell'intera attività.

Misure lunghezza	Misure peso	Prelievo scaglie	Rilevamento sesso e stadio maturità
17850	16188	994	812

Tabella 22. Numero di misure effettuate



Figura 55. Attività ittologiche



Tinca



Luccio



Coregone



Scardola



Persico sole



Pseudorasbora



Pesce persico



Alborella



Agone



Salmerino

Figura 56. Alcune specie catturate nei censimenti ittici

10.2 SEPARAZIONE DELLE DUE FORME DI COREGONE NEL LAGO MAGGIORE

Nel Lago Maggiore, così come nel Lago di Como, sono presenti due forme di coregone, il coregone lavarello e il coregone bondella, molto simili tra loro e difficilmente riconoscibili su base morfologica con certezza.

Le due forme presentano differenze, più o meno evidenti anche all'occhio esperto, solamente in alcune stagioni o in relazione alla taglia. Ad esempio, durante la stagione estiva la bondella ha un corpo più tozzo del lavarello, con un ventre leggermente più gonfio nella regione anteriore; il lavarello, invece, ha una morfologia leggermente più filante. Questi elementi però si fanno via via più difficili da riconoscere durante la stagione invernale o quando la taglia dei pesci è piccola.

Per questa ragione, al di là di approcci di tipo statistico (quali l'analisi delle curve di frequenza delle lunghezze con i diversi modelli disponibili in letteratura) e soprattutto quando il campione è relativamente ridotto, è necessario utilizzare un metodo differente che supporti la distinzione tra le due forme.

Una metodologia che permette davvero la separazione tra le due forme è l'analisi di combinata di due elementi, l'età e la lunghezza, supportata al conteggio del numero di branchiospine, quei processi spinosi presenti sulla regione interna degli archi branchiali. Infatti, le due forme dicoregone hanno tassi di accrescimento corporeo differenti e a parità raggiungono lunghezze diverse: il lavarello è un coregone ad accrescimento veloce, mentre la bondella è un coregone ad accrescimento più lento. Inoltre, il numero di branchiospine medio sul primo arco branchiale è di circa 31 nel lavarello e 37 nella bondella. Esiste tuttavia una sovrapposizione notevole tra le due forme. Pertanto, il numero di branchiospine da solo non è sufficiente ad un riconoscimento univoco. Solo confrontando informazioni di età e lunghezza, supportate se necessario, dal numero di branchiospine, è possibile quindi arrivare a distinguere con certezza le due forme di coregone.

Per una più sicura attribuzione dei soggetti catturati, in diversi periodi dell'anno, ad ognuna delle due forme è applicato il metodo del retrocalcolo delle lunghezze, che permette di definire per ciascun pesce, la lunghezza raggiunta alla fine di ogni stagione di accrescimento e cioè alla fine dell'autunno, momento in cui i coregoni smettono di accrescersi in lunghezza fino alla primavera successiva. Il retrocalcolo della lunghezza si basa sul principio secondo cui lo sviluppo delle scaglie è proporzionale allo sviluppo in lunghezza del pesce e, pertanto, analizzando le bande di accrescimento (annuli) presenti sulla scaglia, misurandone la larghezza degli stessi, la larghezza della scaglia (dal centro al bordo esterno) nonché la lunghezza del pesce è possibile risalire alla lunghezza del pesce alla fine di ogni stagione di accrescimento precedente.

Poiché lavarello e bondella hanno accrescimento significativamente diverso (Figura 57) è possibile separarli correttamente sulla base del retrocalcolo della lunghezza già dal primo anno di vita. In particolare, Muller (2008) e Muller & Volta (2011) (vedasi sezione "Pubblicazioni e Rapporti" in www.cispp.org) hanno visto e applicato soglie di lunghezza retrocalcolata pari a 145mm all'età 1 (termine della prima stagione di accrescimento) e 245mm all'età 2 (termine della seconda stagione di accrescimento). Tutti i soggetti con lunghezza retrocalcolata inferiore o uguale a 145 mm alla fine della prima stagione di accrescimento sono bondelle, mentre i soggetti con lunghezza superiore a 145 sono lavarelli. Ugualmente, tutti gli individui con lunghezza retrocalcolata al secondo anno uguale o inferiore a 245mm sono bondelle, mentre con lunghezze superiori sono lavarelli. E infine, tutti gli individui con lunghezza retrocalcolata inferiore o uguale a 310 mm al terzo anno sono bondelle, e superiore sono lavarelli.

Normalmente, per soggetti con età uguale o superiore a 3 anni, è sufficiente l'analisi delle lunghezze e della età anche senza retrocalcolo per determinare l'appartenenza ad una delle due forme, in quanto la differenza di accrescimento è talmente importante da non permettere errori. In alcuni anni in cui l'accrescimento di una delle due forme è particolarmente veloce/lento è possibile applicare questa semplificazione anche su individui di età inferiori.

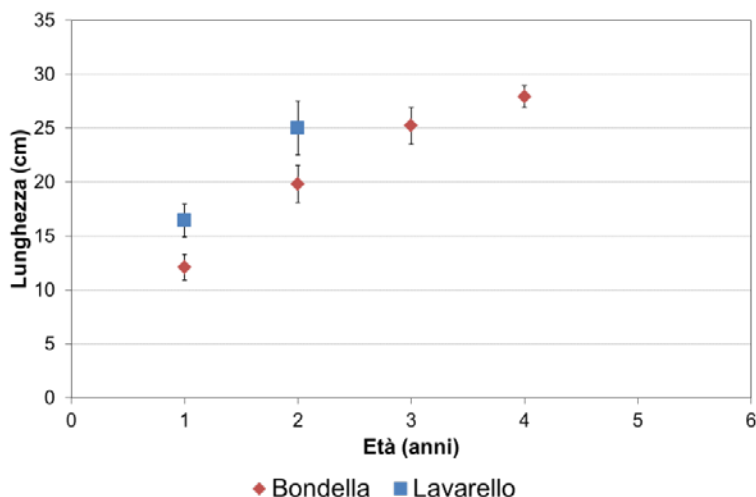


Figura 57. Esempio di accrescimento di lavarello e bondella alle diverse età nel Lago Maggiore come risulta dal retrocalcolo (la barra di errore corrisponde alla deviazione standard)

L'equazione applicata per il retrocalcolo è di tipo polinomiale ed è la seguente:

$$TL = A + B \cdot S - C \cdot S^2$$

dove A, B e C sono fattori standard di correzione e sono pari a 57, 2,3 e 0,0027, mentre S è la misura in mm della larghezza dell'annulo. Calcolata la lunghezza all'età x (1 anno, 2 anni, etc...) e sulla base delle soglie discriminanti pari a 145, 245 e 310 mm, è possibile identificare se l'individuo è una bondella o un lavarello. Risultato dell'equazione è la possibilità di separare all'interno di un campione indistinto, le due forme proprio in relazione alla lunghezza totale (retrocalcolata) raggiunta alla fine della stagione di accrescimento. A titolo di esempio si riporta il grafico sottostante relativo ad un campione di età 1 e 2.

A)

B)

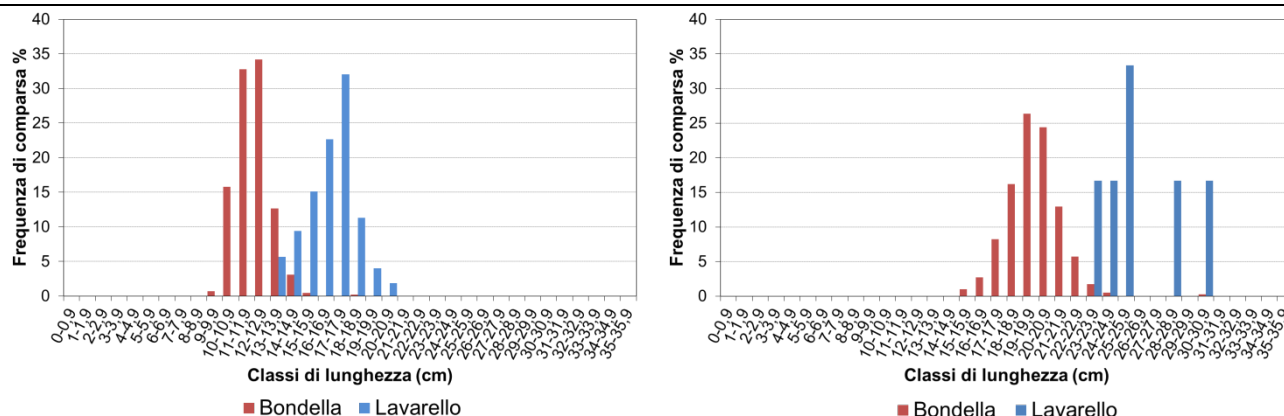


Figura 58. Esempio relativo alla distribuzione della frequenza di comparsa degli individui di bondella e lavarello nelle diverse classi di lunghezza all'età di 1 anno (A) e all'età di 2 anni (B). Le lunghezze sono retrocalcolate (da Volta P. 2014. Verifica della selettività delle reti volanti con maglia da 32 e 34 mm nel periodo maggio-luglio 2013 e confronto con risultati 2012. Rapporto scientifico per il Commissariato Italiano per la Convenzione Italo Svizzera sulla Pesca).

Sulla base di questo metodo è stata effettuata la separazione dei coregonidi catturati con reti multimaglia pelagichenelle due forme presenti, lavarello e bondella. In totale sono stati catturati 66 bondelle e 4 lavarelli nella regione settentrionale del Lago Maggiore e 80 bondelle e 11 lavarelli nella regione meridionale (Tabella in WP1 Maggiore). Il rapporto bondelle lavarelli è simile a quanto rinvenuto in altre indagini effettuate sullo stesso lago, e conferma la prevalenza numerica della bondella rispetto al lavarello.

10.3 SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO

Tra le specie catturate, le seguenti si qualificano di interesse conservazionistico; nella tabella sono specificati l'eventuale inserimento nell'Allegato II della Direttiva Habitat (Direttiva n. 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche), lo stato di minaccia o di vulnerabilità secondo la classificazione IUCN (lista rossa italiana e internazionale) nonché la priorità di conservazione ai sensi della D.G.R. del 20 aprile 2001 n. 7/4345 (scala da 1 a 14).

Specie	Acronimo	Direttiva "Habitat"	Lista Rossa Italiana	Lista Rossa internazionale	Priorità DGR 7/4345
Agone	AGO	all. II - V	LC	LC	10
Alborella	ALB		NT	LC	5
Anguilla	ANG		CR	CR	3
Cobite comune	COB	all. II	LC	LC	6
Ghiozzo padano	GHI		LC	LC	5
Pigo	PIG	all. II - V	EN	LC	11
Savetta	SAV	all. II	EN	EN	10
Triotto	TRI		LC	LC	5
Vairone	VAI	all. II	LC	LC	7

Tabella 23. Specie di interesse conservazionistico campionate nell'ambito del presente censimento

10.4 AGGIORNAMENTO DELLE COMUNITÀ ITTICHE POTENZIALI

A partire dagli elenchi tratti dal PRPA - Programma della Pesca e dell'Acquacoltura della Regione Lombardia 2012-2014 (Regione Lombardia, 2012), che ad oggi rappresenta la fonte più aggiornata - anche se in alcuni casi piuttosto datata - ed uniforme relativamente alla composizione delle comunità ittiche dei grandi laghi lombardi, di seguito si forniscono le composizioni specifiche aggiornate delle comunità ittiche dei 7 laghi in oggetto, elencando anche le specie più tipicamente fluviali ma che frequentano comunque gli ambienti lacustri, soprattutto nelle aree prossime agli immissari. Gli elenchi proposti sono in parte desunti dalla letteratura di settore e da segnalazioni ritenute attendibili, in parte aggiornati sulla base del giudizio esperto e dei risultati del presente progetto. Si ricorda che le comunità ittiche descritte nel PRPA sono state stilate nel 2011 sulla base delle singole Carte Ittiche provinciali e degli eventuali pareri esperti dei tecnici amministrativi, come di seguito specificato:

- Lago Maggiore: stime sulla base dei dati del pescato CIP AIS (2010) e del parere del CNR (2004).
- Lago di Como e di Mezzola: stime 2011 effettuata dall'Amm.Provinciale di Como e di Lecco.
- Laghi di Garda e d'Idro: stime sulla base dei dati della Carta Ittica di Brescia (2004).
- Lago d'Iseo: stime sulla base dei dati della Carta Ittica di Brescia (2004) ed Bergamo (2006).
- Lago di Varese: stime sulla base dei dati della Carta Ittica di Varese (2001).

LAGO DI GARDA. Nel Lago di Garda, i Salmonidi trovano condizioni ambientali a loro consone durante tutto l'anno, facendo esprimere la grande vocazionalità di questo lago per tali specie. La vastità e l'elevata profondità media del lago consentono la netta differenziazione tra regione litorale e regione pelagica anche ittiofaunistica, con la prevalenza in termini di biomassa del popolamento ittico pelagico, ma con la presenza di un numero di specie ittiche di gran lunga superiore nella regione litorale. Tra le specie pelagiche la trota

lacustre, a riproduzione litofila fluviale, versa attualmente in condizioni critiche; piuttosto critiche sono anche le condizioni della popolazione di alborella, altra specie a frequentazione fluviale. Con distribuzione sublitorale sono presenti la bottatrice e l'anguilla.

Famiglia	Specie	Origine
Anguillidi	Anguilla	A
Clupeidi	Agone	A
Ciprinidi	Pigo	A
	Triotto	A
	Cavedano	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Alborella	A
	Savetta	A
	Gobione	A
	Barbo comune	A
	Carassio	E
	Carpa	E
Cobitidi	Cobite comune	A
Ictaluridi	Pesce gatto	E
Esocidi	Luccio	A
Salmonidi	Trota lacustre	A
	Trota marmorata	A
	Carpione	A
	Lavarello	E
	Trota iridea	E
Gadidi	Bottatrice	A
Pecilidi	Gambusia	E
Cottidi	Scazzone	A
Centrarchidi	Persico trota	E
	Persico sole	E
Percidi	Persico reale	A
Blennidi	Cagnetta	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A

Tabella 24. Elenco delle specie presenti nel Lago di Garda

LAGO MAGGIORE. La comunità ittica del Verbano è caratterizzata dalla presenza di numerose specie, tra le quali diverse native, frequentatrici abituali degli immissari o altre più tipicamente fluviali, tra queste assumono particolare rilevanza anguilla, trota lacustre, alborella, trota marmorata, barbo comune e savetta.

Famiglia	Specie	Origine
Anguillidi	Anguilla	A
Clupeidi	Agone	A
Ciprinidi	Pigo	A
	Triotto	A
	Cavedano	A
	Vairone	A
	Sanguinerola	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Savetta	A
	Lasca	A
	Alborella	A
	Gobione	A
	Barbo comune	A
	Carassio	E
	Carpa	E
	Gardon	E

Famiglia	Specie	Origine
	Rodeo amaro	E
	Pseudorasbora	E
Cobitidi	Cobite comune	A
Siluridi	Siluro	E
Ictaluridi	Pesce gatto	E
Esocidi	Luccio	A
Salmonidi	Trota fario	A
	Trota lacustre	A
	Trota marmorata	A
	Temolo	A
	Salmerino alpino	E
	Coregone bondella	E
	Coregone lavarello	E
	Coregone ibrido	E
Gadidi	Bottatrice	A
Cottidi	Scazzone	A
Centrarchidi	Persico trota	E
	Persico sole	E
Percidi	Lucioperca	E
	Pesce persico	A
Blennidi	Cagnetta	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A

Tabella 25. Elenco delle specie attualmente presenti nel Lago Maggiore

LAGO DI COMO. Il Lago di Como mostra una vocazionalità a Salmonidi, ospitando, oltre a numerose specie di Ciprinidi, pregiate specie Salmonicole, come la trota lacustre, la trota fario, il salmerino, il lavarello e la bondella. Rispetto ai dati relativi al 2008, la comunità ittica pare tendenzialmente stabile, con qualche specie addirittura in aumento. Abbondanti risultano l'agone e i coregoni tra le specie pelagiche, il cavedano, la bottatrice e il pesce persico tra le specie litorali. Tra i fattori di alterazione a danno del patrimonio ittico vi è l'ampia artificializzazione delle sponde che limita le porzioni di spiagge disponibili per la deposizione delle uova delle specie a riproduzione litorale. Inoltre, idrologicamente il Lario è regolato dalla presenza dello sbarramento di Olginate, governato dal Consorzio dell'Adda che regola e influenza il livello idrometrico delle acque; per questo motivo si verificano ampie escursioni di livello che interferiscono fortemente sulle specie ittiche a riproduzione litorale. Sul lago è presente una intensa navigazione a motore sia per imbarcazioni di linea che da diporto, che provoca un intenso moto ondoso con interferenza sulla riproduzione delle specie ittiche che depongono le uova sulle rive.

Famiglia	Specie	Origine
Acipenseridi	Storione cobice	A
Anguillidi	Anguilla	A
Clupeidi	Agone	A
Ciprinidi	Pigo	A
	Triotto	A
	Cavedano	A
	Vairone	A
	Sanguinerola	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Alborella	A
	Savetta	A
	Lasca	A
	Barbo comune	A
	Carpa	E
	Carassio	E
	Gardon	E

Famiglia	Specie	Origine
	Pseudorasbora	E
	Rodeo amaro	E
Cobitidi	Cobite comune	A
Siluridi	Siluro	E
Ictaluridi	Pesce gatto	E
Esocidi	Luccio	A
Salmonidi	Trota fario	A
	Trota lacustre	A
	Trota marmorata	A
	Bondella	E
	Lavarello	E
	Salmerino alpino	E
	Trota iridea	E
Gadidi	Bottatrice	A
Cottidi	Scazzone	A
Centrarchidi	Persico trota	E
	Persico sole	E
Percidi	Persico reale	A
	Lucioperca	E
Blennidi	Cagnetta	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A

Tabella 26. Elenco delle specie ittiche presenti nel Lago di Como

LAGO D'ISEO. Le potenzialità ittogeniche del lago sono attualmente limitate dalle condizioni di eutrofizzazione di cui, in particolare, risentono i Salmonidi, come trota lacustre e salmerino. Dominano tuttora nel lago le specie pelagiche agone e coregone, entrambe importanti per la pesca professionale; tra le specie litorali, risultano in migliore stato di salute quelle più tolleranti alle condizioni di elevata trofia.

Famiglia	Specie	Origine
Anguillidi	Anguilla	A
Clupeidi	Agone	A
Ciprinidi	Triotto	A
	Cavedano	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Alborella	A
	Carassio	E
	Carpa	E
	Barbo comune	A
	Pigo	A
	Sanguinerola	A
	Savetta	A
	Gobione	A
Siluridi	Siluro	E
Ictaluridi	Pesce gatto	E
Esocidi	Luccio	A
Salmonidi	Trota lacustre	A
	Trota fario	A
	Trota marmorata	A
	Trota iridea	E
	Temolo	A
	Salmerino alpino	A
	Lavarello	E
Gadidi	Bottatrice	A
Pecilidi	Gambusia	E
Centrarchidi	Persico trota	E
	Persico sole	E

Famiglia	Specie	Origine
Percidi	Persico reale	A
Cottidi	Scazzone	A
Blennidi	Cagnetta	A
Cobitidi	Cobite comune	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A

Tabella 27. Elenco delle specie ittiche presenti nel Lago d'Iseo

LAGO DI VARESE. Il Lago di Varese versa attualmente in uno stato di eutrofizzazione perdurante da decenni che ha inevitabilmente penalizzato l'ittiofauna lacustre, oggi semplificata rispetto all'assetto originario o potenziale e caratterizzata dall'affermazione delle specie più tolleranti, tra cui molte esotiche. Alcune specie tipiche del lago sono quasi del tutto scomparse, come l'alborella e la trota lacustre. L'anguilla è in diminuzione. Pur restando l'urgenza di risanare il lago, agendo sui fattori limitanti e che contrastano il suo risanamento per la ripresa di valori di trofia prossimi alla condizione naturale, il ripristino del collegamento fluviale con il reticolo afferente al lago gioverebbe enormemente a specie di particolare interesse come l'anguilla, la trota lacustre e l'alborella.

Famiglia	Specie	Origine
Anguillidi	Anguilla	A
Ciprinidi	Triotto	A
	Cavedano	A
	Vairone	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Alborella	A
	Carassio	E
	Carpa	E
	Triotto	A
	Cobite comune	A
Cobitidi	Cobite comune	A
Siluridi	Siluro	E
Ictaluridi	Pesce gatto	E
Esocidi	Luccio	A
Salmonidi	Trota fario	A
	Trota lacustre	A
Centrarchidi	Persico trota	E
	Persico sole	E
Percidi	Lucioperca	E
	Pesce persico	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A

Tabella 28. Elenco delle specie attualmente presenti nel Lago di Varese

LAGO D'IDRO. Il popolamento ittico dell'Idro ha subito, a partire dagli inizi del XX secolo, una riduzione importante, soprattutto a seguito dell'alterazione delle condizioni trofiche delle acque che sono cambiate a favore delle specie più tolleranti.

Famiglia	Specie	Origine
Anguillidi	Anguilla	A
Ciprinidi	Triotto	A
	Cavedano	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Alborella	A
	Barbo comune	A
	Carassio	E
	Carpa	A
	Vairone	A
	Luccio	A
Esocidi	Luccio	A

Famiglia	Specie	Origine
Ictaluridi	Pesce gatto	E
Salmonidi	Trota lacustre	A
	Trota marmorata	A
	Lavarello	E
Gadidi	Bottatrice	A
Centrarchidi	Persico sole	E
Percidi	Persico reale	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A
Cobitidi	Cobite comune	A

Tabella 29. Elenco delle specie presenti nel Lago d'Idro

LAGO DI MEZZOLA. La vocazionalità ittica è a Salmonidi nella zona pelagica e a Ciprinidi nella fascia litorale; la comunità ittica è piuttosto ricca e diversificata. Tra tutte, si distinguono, per i loro rapporti con i tributari del lago: la trota lacustre, la trota marmorata, il temolo, la trota iridea, per quanto riguarda i Salmonidi; si segnalano inoltre agone, alborella, barbo, savetta, carpa, gobione, cavedano, sanguinerola, vairone, pigo, triotto, scardola, tinca, bottatrice, luccio, ghiozzo padano, scazzone, persico reale, cobite comune e anguilla; tra le specie alloctone sono presenti abramide, carassio, lucioperca, pesce gatto e persico sole. Alcuni elementi di alterazione ambientale che influiscono sullo stato dei popolamenti ittici sono: la presenza di metalli pesanti nei sedimenti; la presenza di scarichi civili ancora attivi concentrati sulla sponda orientale; un elevato trasporto solido dovuto all'attività estrattiva di inerti esistenti nel tratto terminale del Mera; la predazione esercitata da uccelli ittiofagi come lo svasso e il cormorano.

Famiglia	Specie	Origine
Acipenseridi	Storione cobice	A
Anguillidi	Anguilla	A
Clupeidi	Agone	A
Ciprinidi	Pigo	A
	Triotto	A
	Cavedano	A
	Vairone	A
	Tinca	A
	Scardola	A
	Alborella	A
	Savetta	A
	Gobione	A
	Barbo comune	A
	Carassio	E
	Carpa	E
Cobitidi	Cobite comune	A
Esocidi	Luccio	A
Salmonidi	Trota fario	A
	Trota lacustre	A
	Salmerino alpino	E
	Temolo	A
	Salmerino di fonte	E
	Coregone lavarello	E
Gadidi	Bottatrice	A
Cottidi	Scazzone	A
Centrarchidi	Persico trota	E
	Persico sole	E
Percidi	Lucioperca	E
	Pesce persico	A
Gobidi	Ghiozzo padano	A

Tabella 30. Elenco delle specie presenti nel Lago di Mezzola

10.5 CONFRONTO DELLE CATTURE PER UNITÀ DI SFORZO - CPUE

Di seguito si riportano i valori delle catture per unità di sforzo (CPUE - *Catch Per Unit Effort*), distinti per i 3 metodi di campionamento previsti dalla normativa, calcolati come numero di pesci catturati su 100 mq di reti posate (distinte in reti multimaglia bentiche e multimaglia pelagiche) e come numero medio di pesci catturati per punto di campionamento con elettropesca.

RMB	Garda alto	Garda basso	Maggiore alto	Maggiore basso	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
AGO		0.39	0.03		0.31	0.17			
ACE			0.60	5.00					
ALB	0.03	3.02		0.34	0.13	0.13			0.06
ANG									
BOT	0.10	0.05	0.76	0.16	0.17	0.15		0.18	0.27
CAG	0.03	0.05	0.03		0.02				
CAP		0.03			0.06	0.21		0.18	
CAR		0.76		0.05	0.27	0.04	0.24	0.05	
CAV	0.10	3.15	0.03		0.04				0.06
COB	0.03			0.03	0.08	0.02			0.03
COR					0.13				
COR_BO			0.23	0.47					
COR_LA	0.08	0.55	0.03		0.02	0.02			
GAM									
GAR			11.33	20.76			6.13		
GHI				0.03	0.21	0.02		0.03	
LUC	0.05		0.03		0.04	0.08			0.03
LUP			0.21	1.61	0.29		3.81		0.18
PEG		0.03		0.21	0.04		4.91		
PEP	12.79	25.39	15.73	19.84	32.21	32.67	44.82	8.96	4.17
PES	0.89	5.03	0.13	0.21	0.85	1.75	1.73		
PET	0.03	0.03				0.06	0.27		
PSE									
PIG			0.05	0.03	0.15				0.36
ROD		0.08				3.33		0.53	0.06
SAL									
SAV									0.06
SCA	0.73	13.72	0.16	0.18	0.54	4.71	1.85	0.40	2.50
SCZ	0.08		0.05	0.31	0.02				0.42
SIL			0.03	0.03			0.06		
TIN					0.06	0.08	0.12		0.15
TRI	8.65	22.84		0.08	0.71	8.69		1.52	1.52
TRO	0.03	0.05		0.03					0.03
TRO_IR									0.09
VAI			0.29						
Totale	23.59	75.16	29.69	49.35	36.23	52.13	63.93	11.84	9.97

Tabella 31. N° pesci catturati/100 mq reti bentiche

RMP	Garda - alto	Garda - basso	Maggior e - alto	Maggiore - basso	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
AGO	2.08	1.71	0.03	0.05	0.04	2.51			
ACE									
ALB				0.03	0.07				0.03
ANG									
BOT									
CAG									
CAP									
CAR				0.03					
CAV									
COB	0.01								
COR_BO			0.53	0.57	0.14				
COR_LA	0.17	0.82	0.03	0.10	0.06	0.03			0.19
GAM									
GAR			0.06	0.55					
GHI									
LUC									
LUP				0.04					
PEG									
PEP	0.11	0.01		0.02	0.94	0.19		0.01	0.17
PES	0.02								
PET									
PSE									
PIG									0.33
ROD		0.01				0.03			
SAL					0.01	0.01			0.03
SAV									
SCA	0.01					0.02	0.56		1.44
SCZ									
SIL									
TIN									
TRI	0.71	0.42			0.01	0.03			0.39
TRO			0.01					0.04	
TRO_IR									
VAI									
Totale	3.11	2.97	0.65	1.38	1.28	2.81	0.56	0.06	2.58

Tabella 32. N°pesci catturati/100mq reti pelagiche

EP	Garda - alto	Garda - basso	Maggiore - alto	Maggiore - basso	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
AGO					0.30				
ACE									
ALB		0.05			20.23	0.21			0.02
ANG					0.02	0.27	0.07	0.17	0.12
BOT			0.04					0.17	0.16
CAG	0.89	0.07	1.78	0.32	0.21				
CAP					0.09				
CAR		0.31			0.09	0.03	0.54		0.02
CAV	0.02	1.55	0.00	0.08	0.04	2.39			0.05
COB			0.04			0.03	0.02		
COR_BO									
COR_LA									
GAM							1.44		
GAR			0.70	0.11	0.32		0.83		
GHI			0.13	0.09		0.58	0.02	0.45	0.07
LUC			0.04		0.02	0.09	0.10	0.09	0.16

EP	Garda - alto	Garda - basso	Maggiore - alto	Maggiore - basso	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
LUP							1.17		
PEG							1.95		
PEP		0.29	0.22	0.15	0.57	1.00	2.41	1.62	0.81
PES		0.19	0.04	0.02	0.02	1.73	7.24	0.06	0.02
PET							1.25	0.02	
PSE		0.50							
PIG					0.26				
ROD		0.86	0.35			0.24		0.11	
SAL									
SAV									
SCA		0.40	1.00		0.06	8.82	1.59	0.11	0.51
SCZ									
SIL				0.02					
TIN					0.09	0.03	0.54	0.02	0.19
TRI	0.76	0.38	0.04		0.47	0.45		0.02	
TRO					0.02	0.03		0.11	
TRO_IR			0.09						
VAI		0.02			0.17	0.03			0.02
Totale	1.67	4.62	4.48	0.78	22.99	15.94	19.17	2.94	2.16

Tabella 33. N° medio di pesci catturati per punto di elettropesca

Nelle pagine seguenti si riportano i grafici realizzati elaborando i dati di cui sopra. La figura seguente mette a confronto i valori complessivi di CPUE ricavati con l'utilizzo delle reti (sia bentiche che pelagiche) per i 7 laghi mentre la Figura 60 confronta i valori complessivi di cattura per unità di sforzo relativo all'elettropesca.

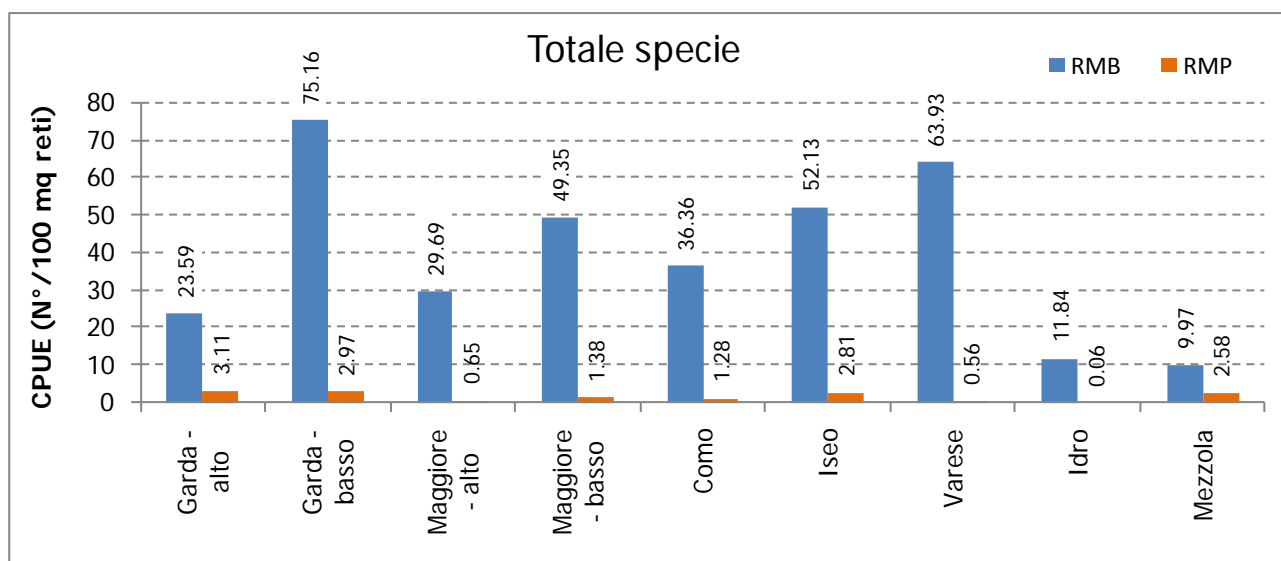


Figura 59. CPUE reti per tutte le specie (N°pesci catturati/100mq reti)

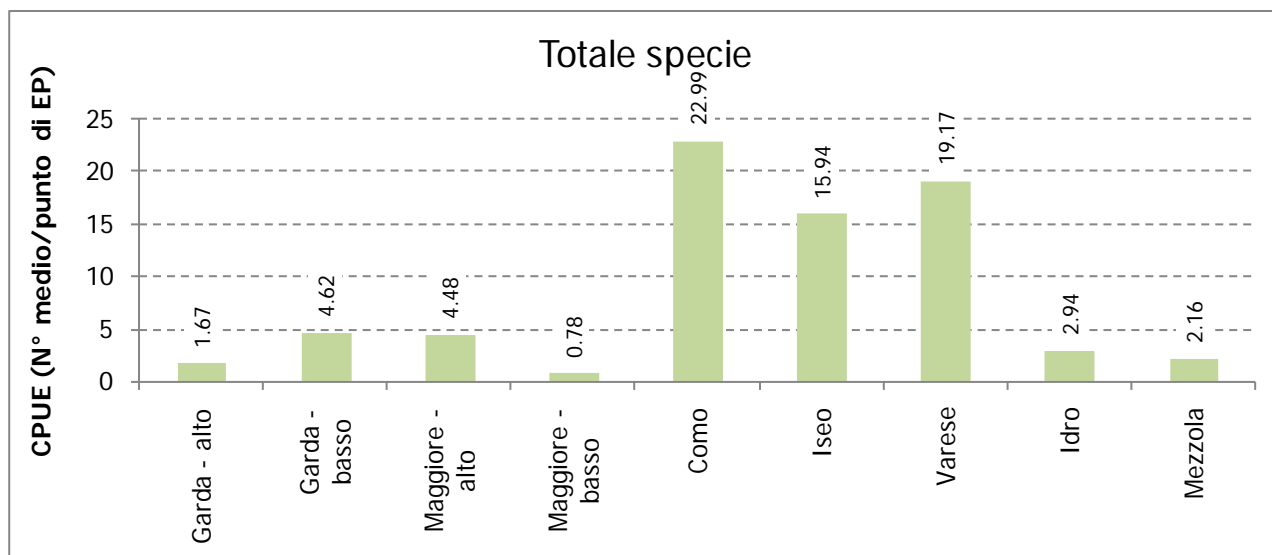
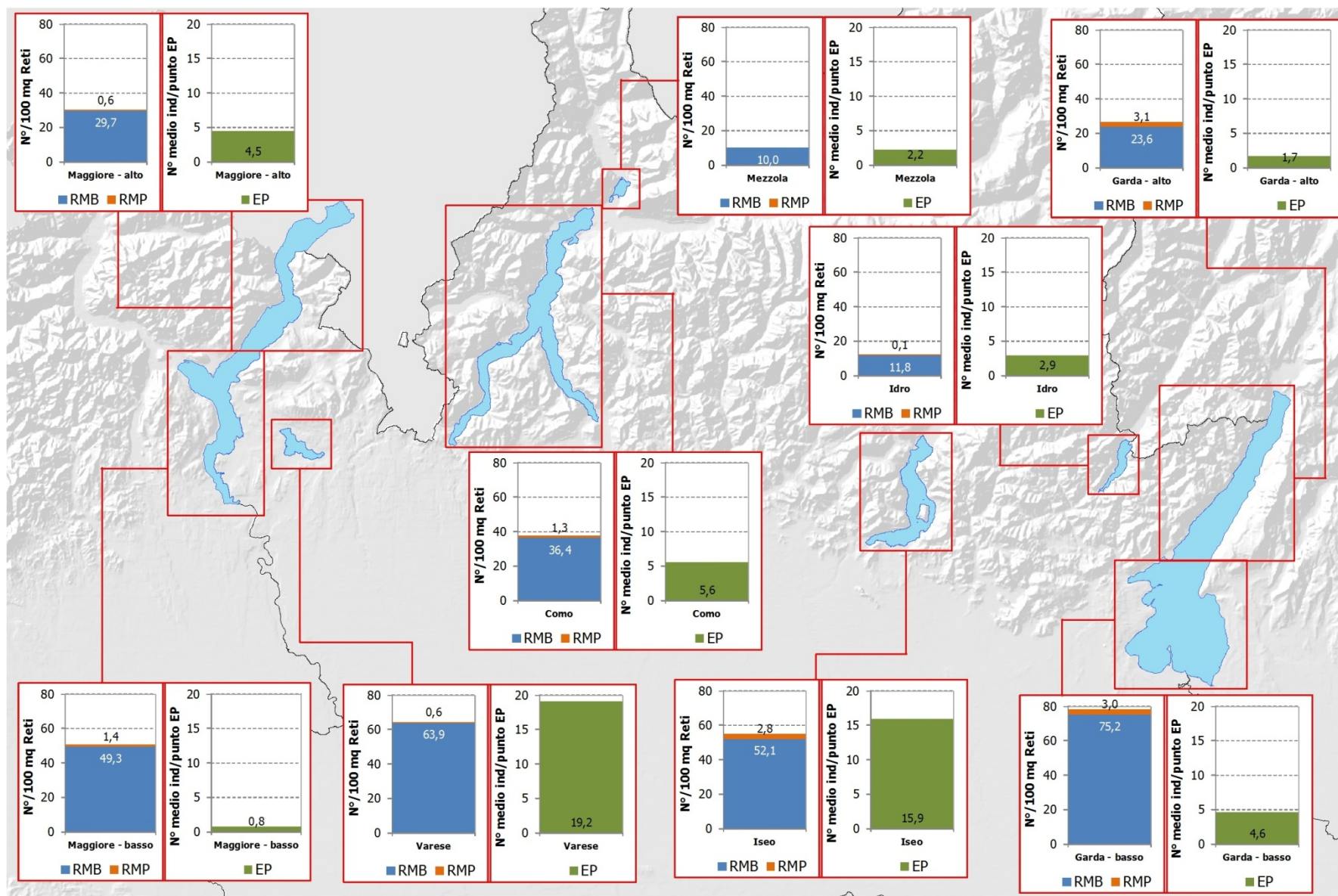


Figura 60. CPUE elettropesca per tutte le specie (N° medio di individui per punto di elettropesca)

L'immagine seguente rappresenta la carta di insieme che riporta il confronto del CPUE complessivo dei 7 laghi.

Figura 61. Carta di confronto del CPUE complessivo dei 7 laghi



Nei grafici successivi i valori di CPUE (per reti e per elettropesca) sono distinti per specie, permettendo il confronto delle rese di cattura di ogni singola specie nei 7 laghi oggetto di indagine. Quando è riportato un solo grafico significa che la specie è stata catturata con un solo mezzo di cattura.

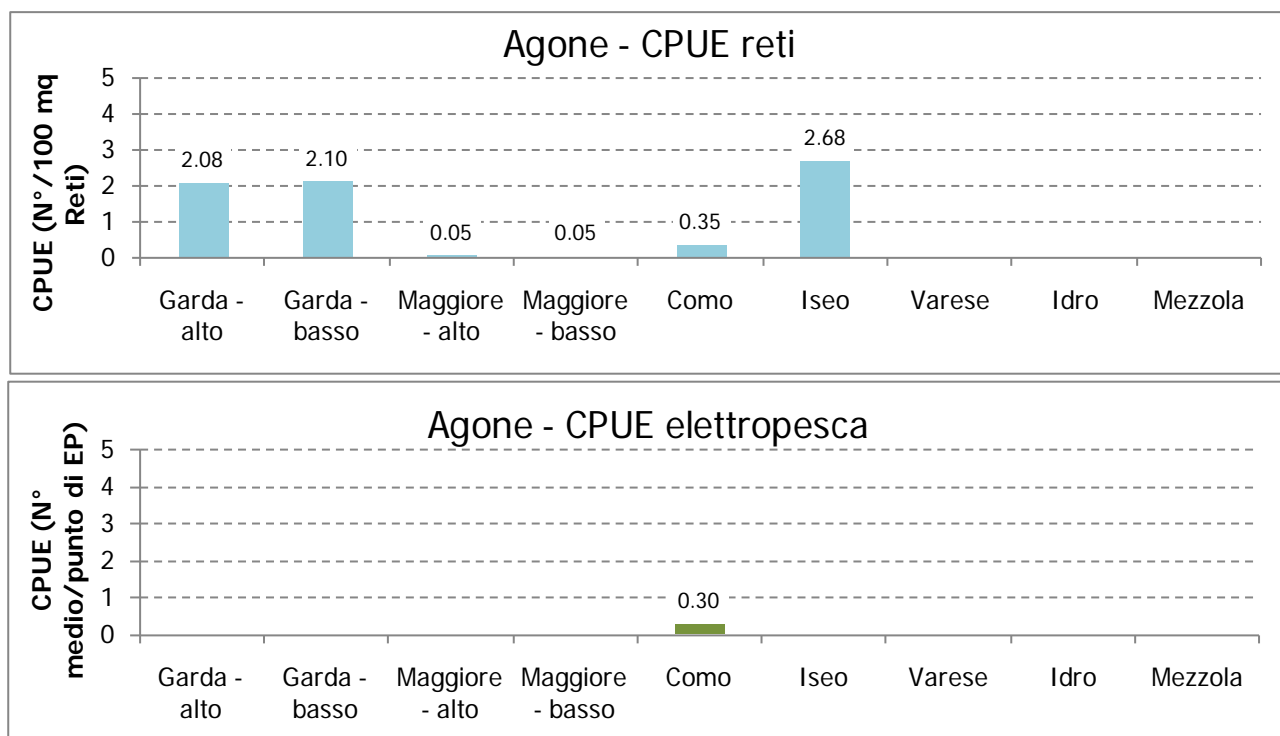


Figura 62. CPUE dell'agone

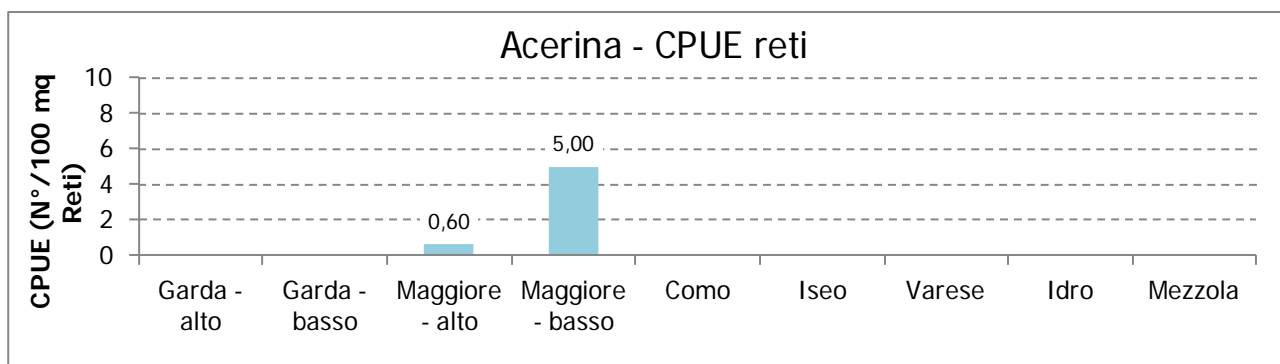


Figura 63. CPUE dell'acerina

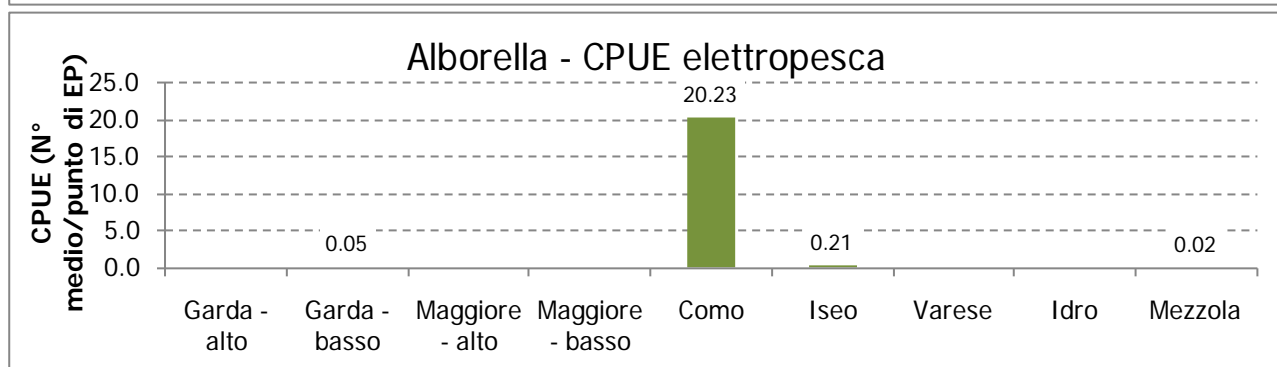
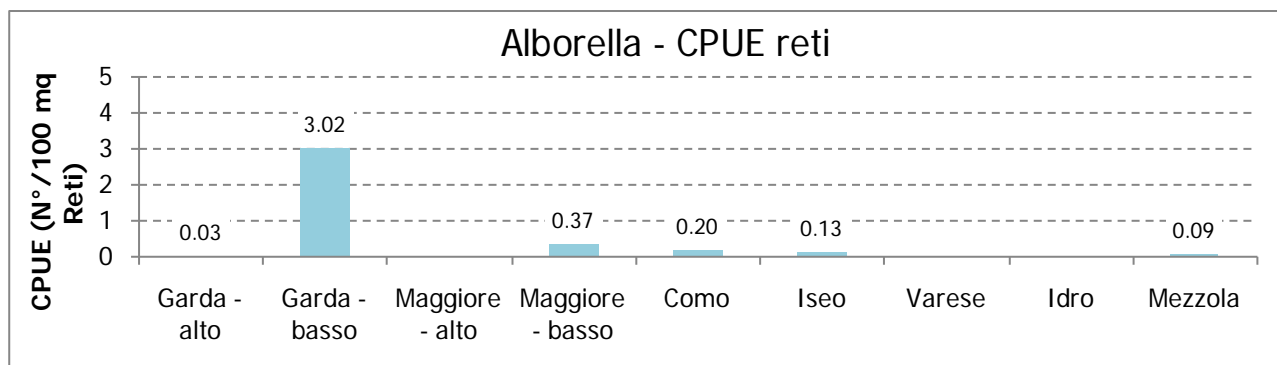


Figura 64. CPUE dell'alborella

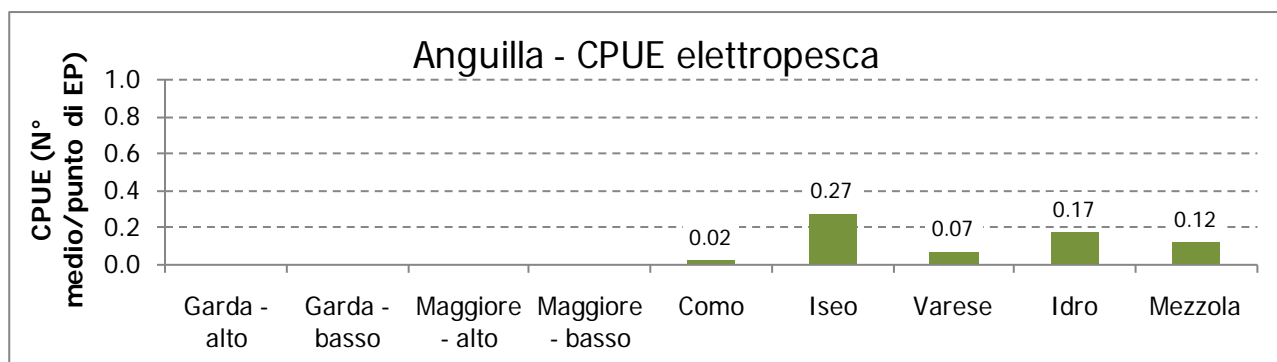


Figura 65. CPUE dell'anguilla

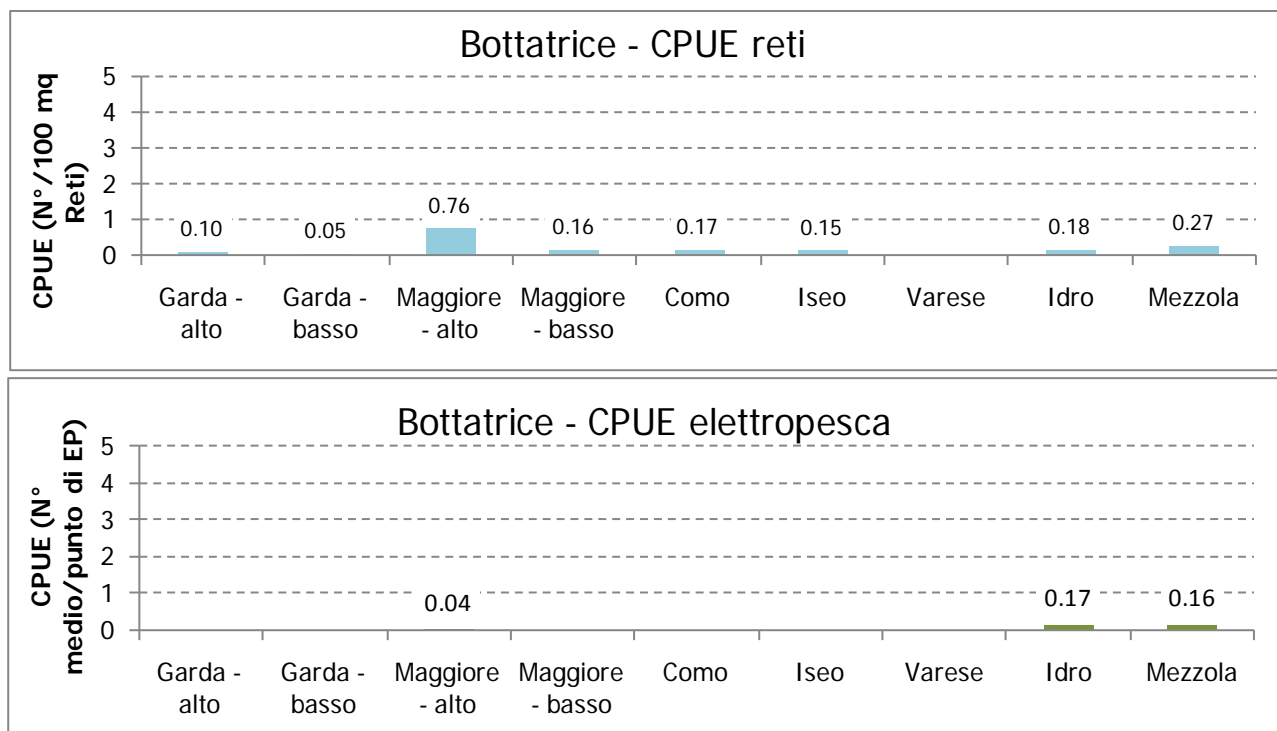


Figura 66. CPUE della bottatrice

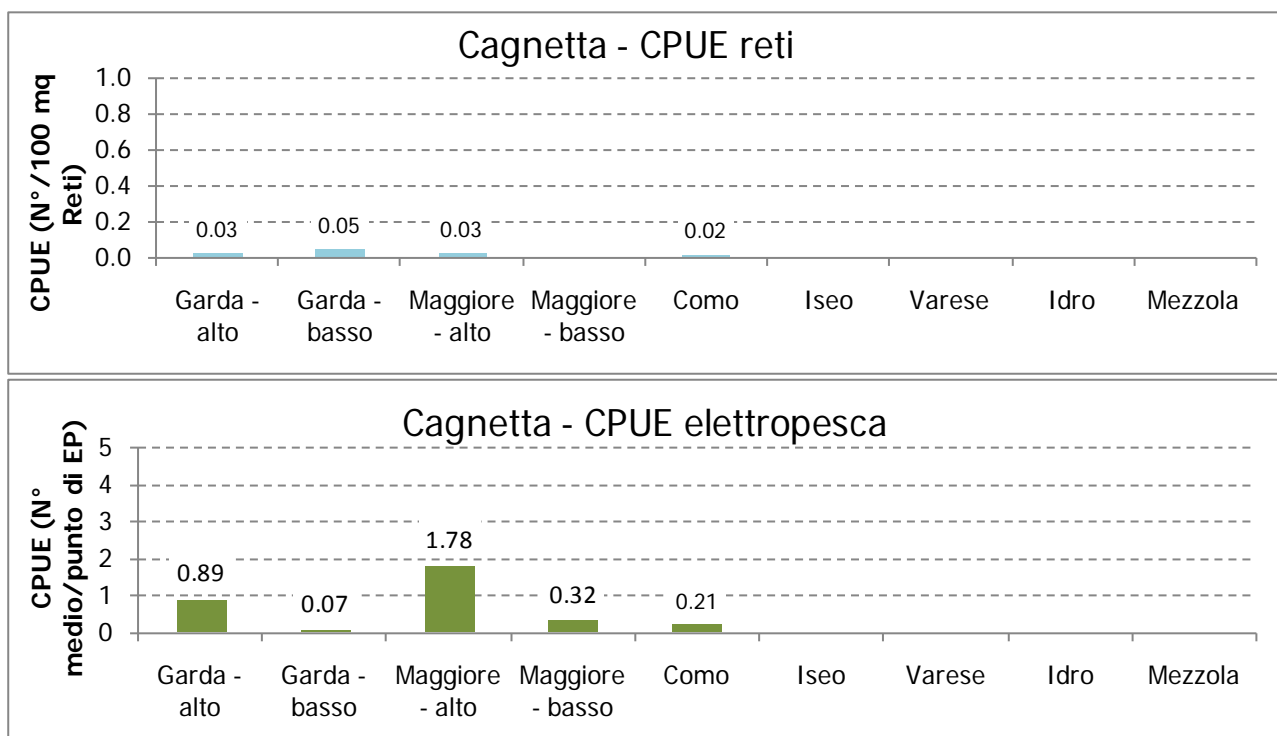


Figura 67. CPUE della cagnetta

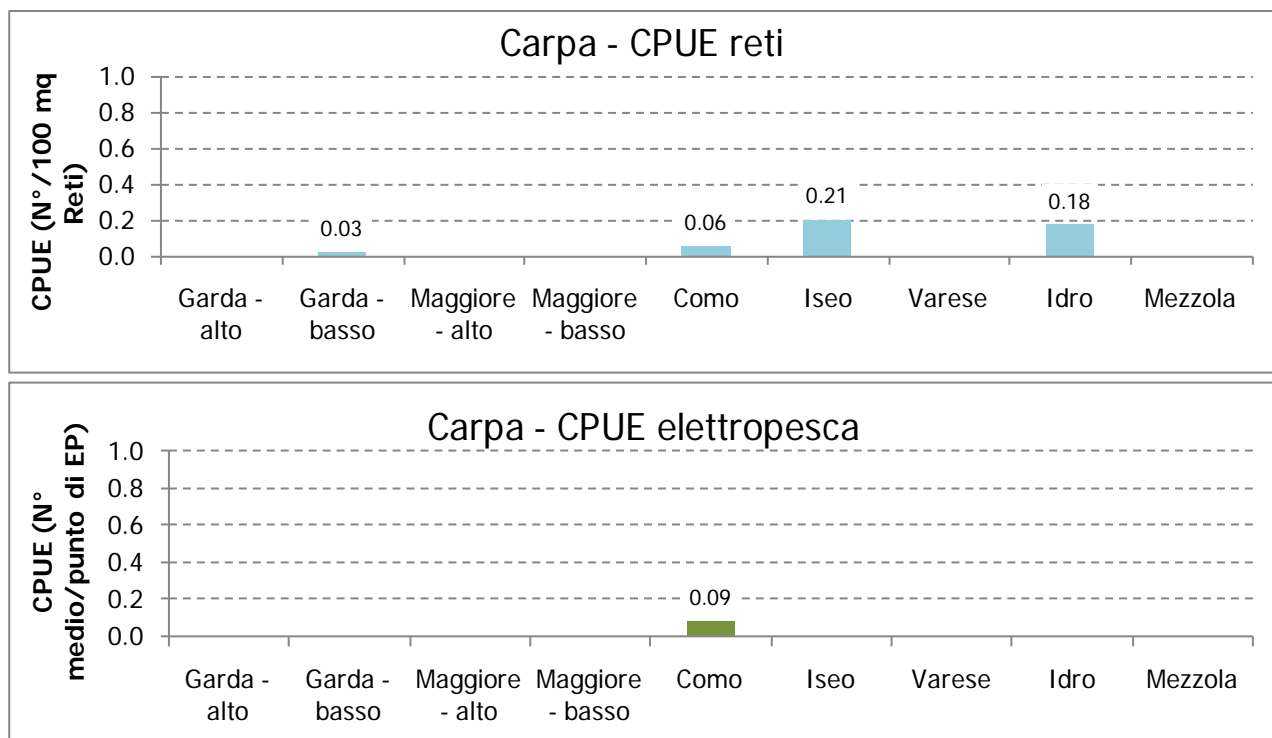


Figura 68. CPUE della carpa

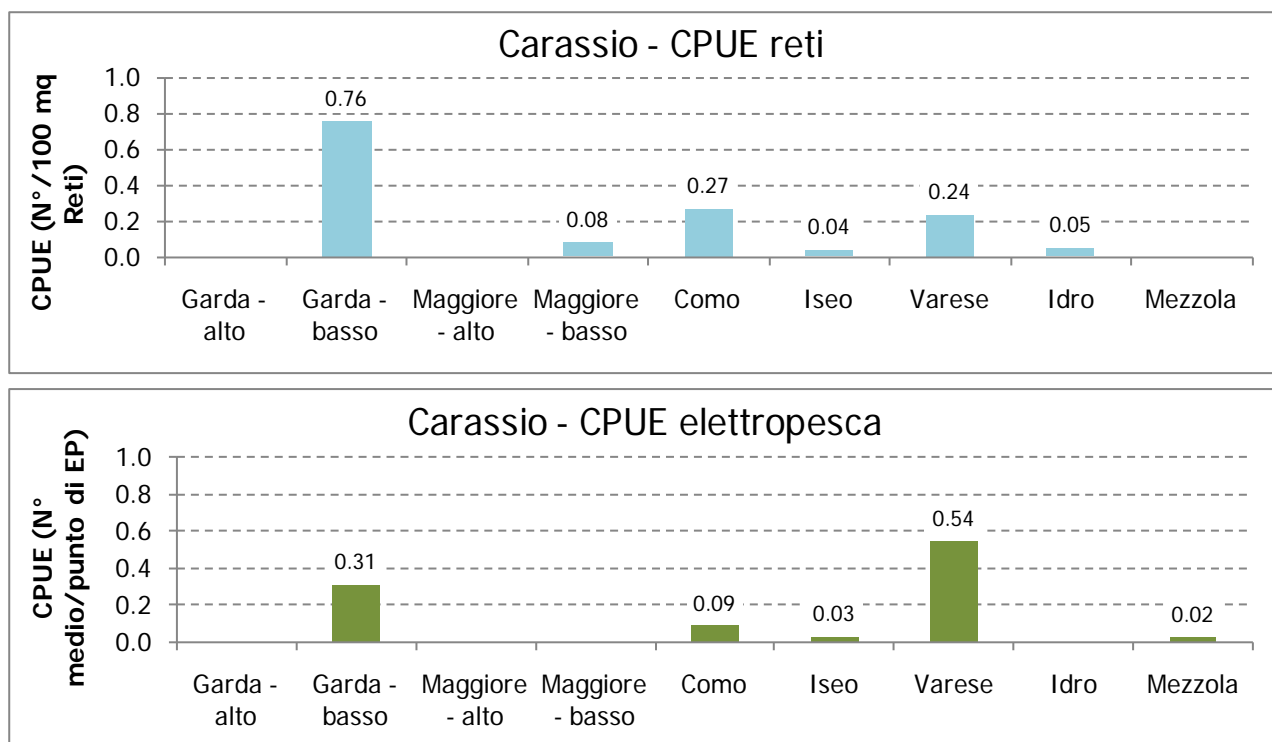


Figura 69. CPUE del carassio

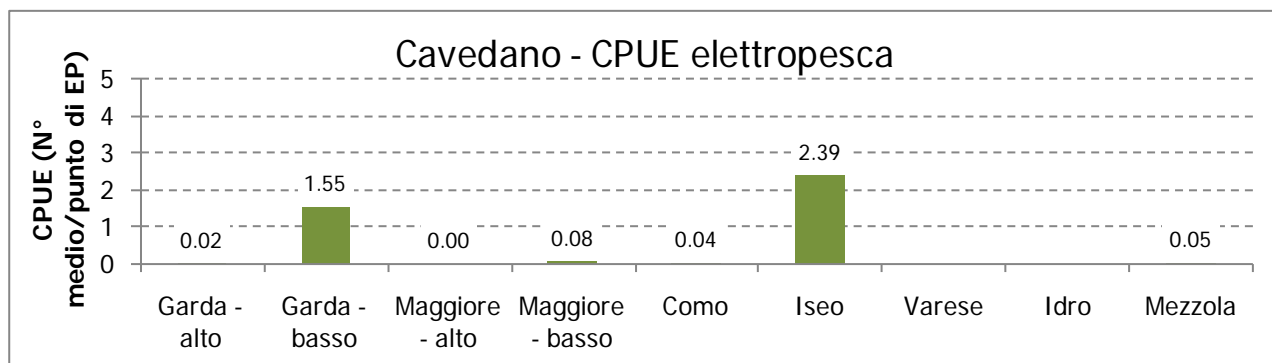
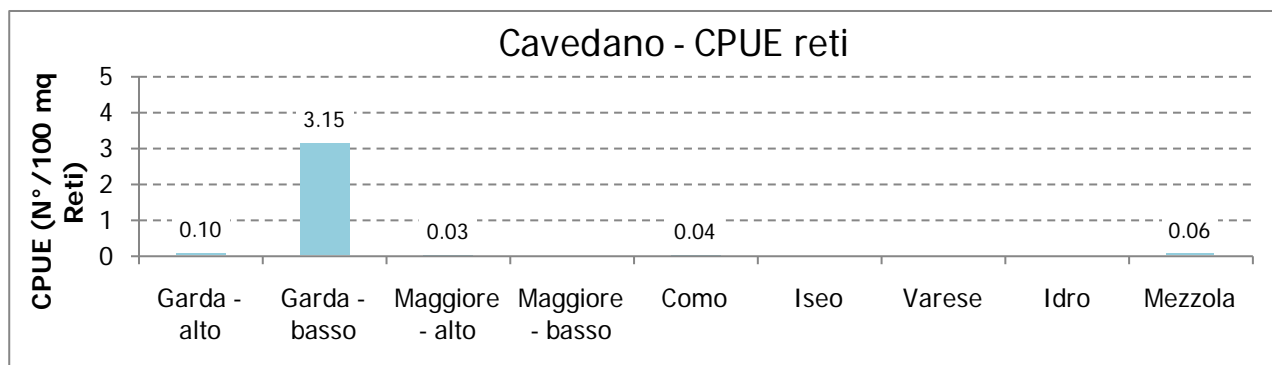


Figura 70. CPUE del cavedano

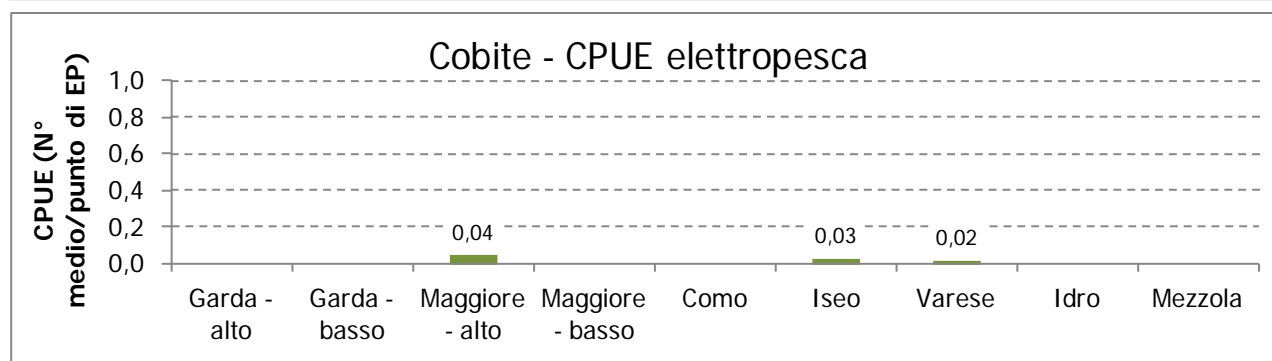
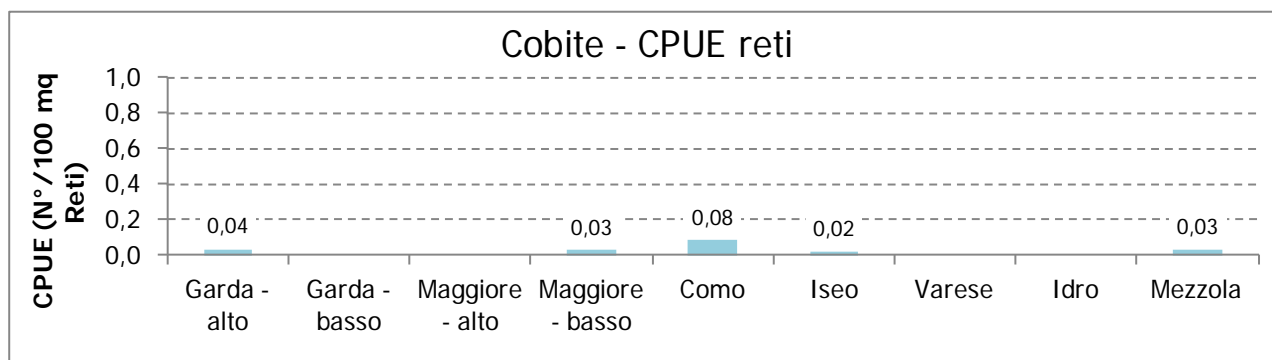


Figura 71. CPUE del cobite

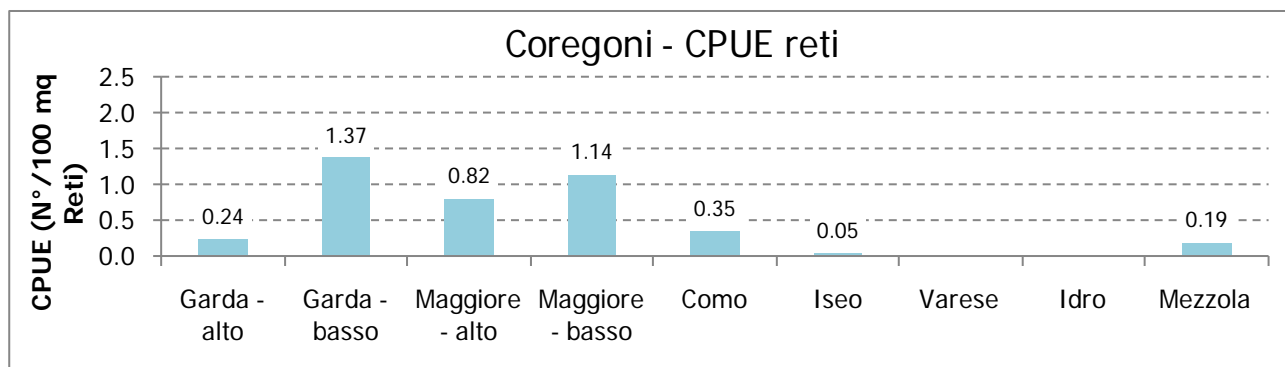


Figura 72. CPUE dei coregoni (bondella e lavarello)

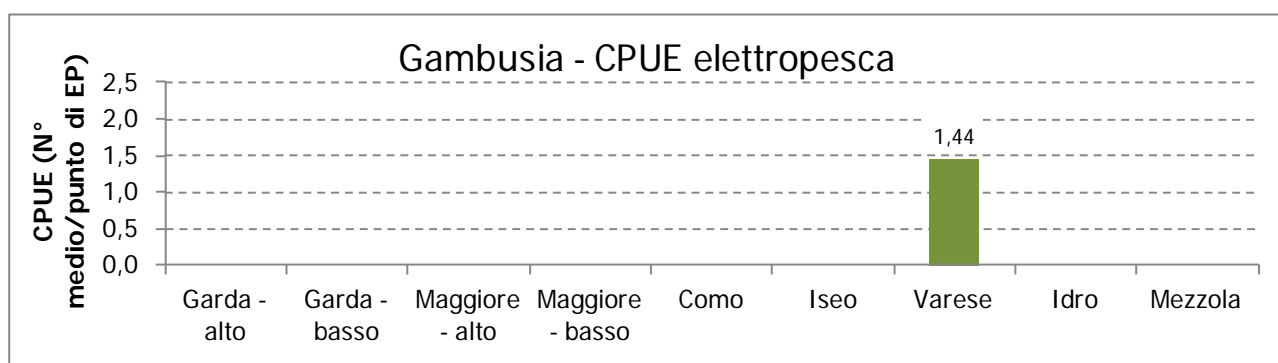


Figura 73. CPUE della gambusia

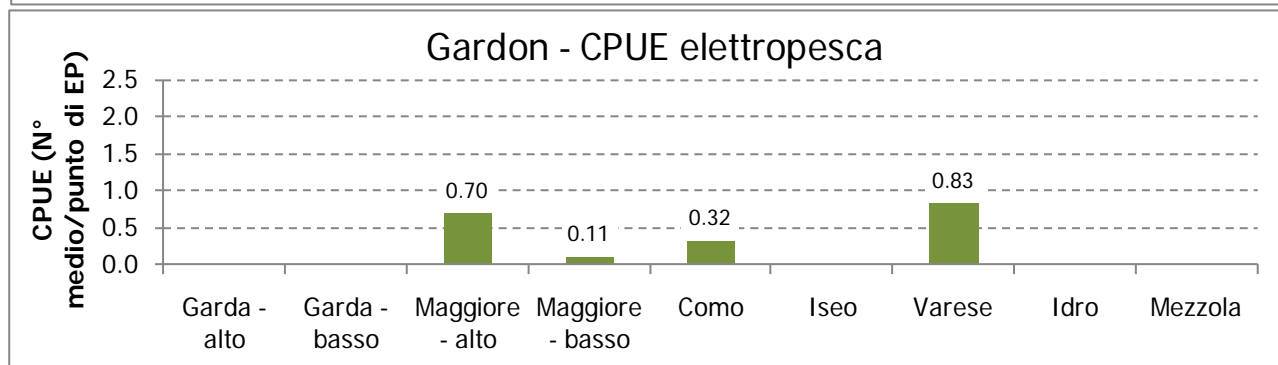
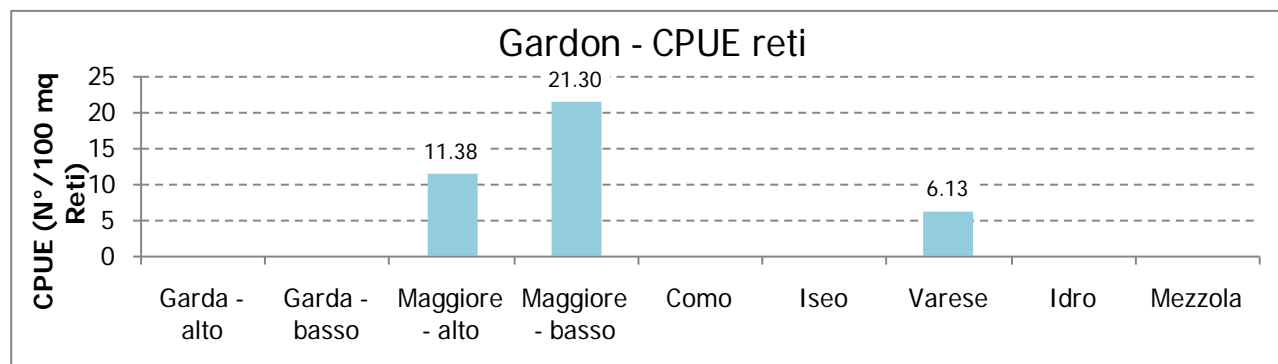


Figura 74. CPUE del gardon

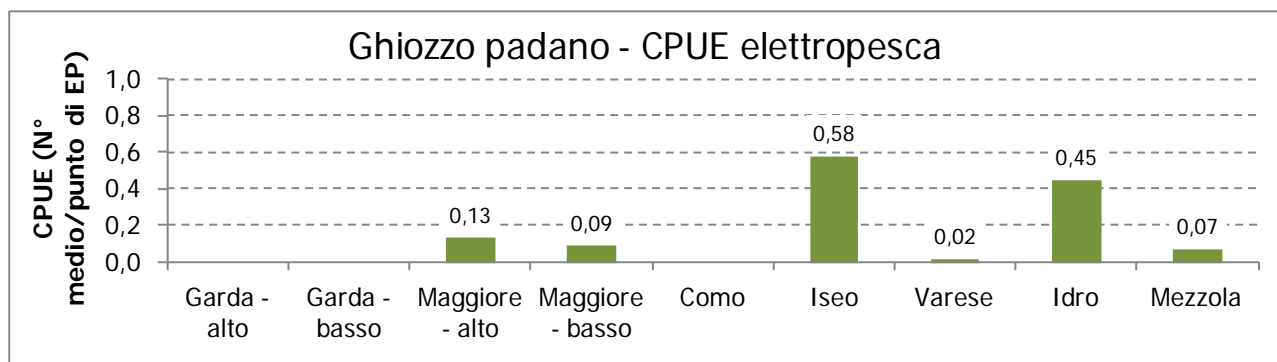
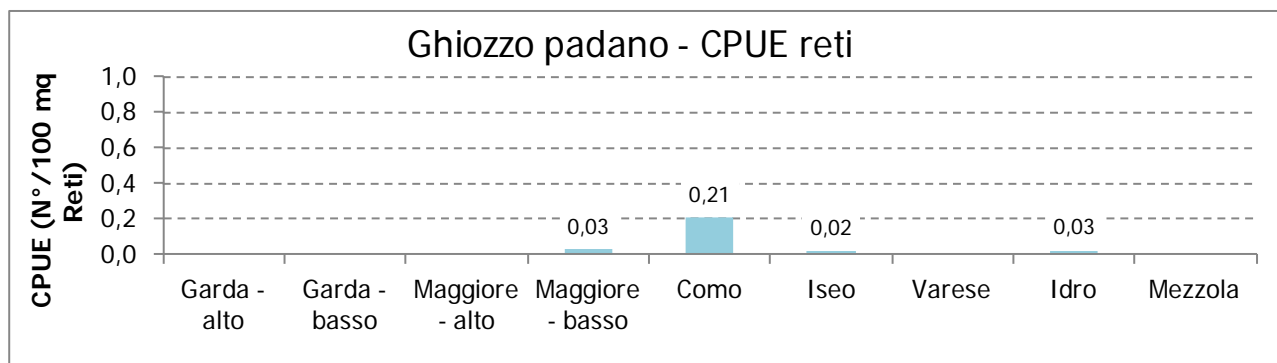


Figura 75. CPUE del ghiozzo padano

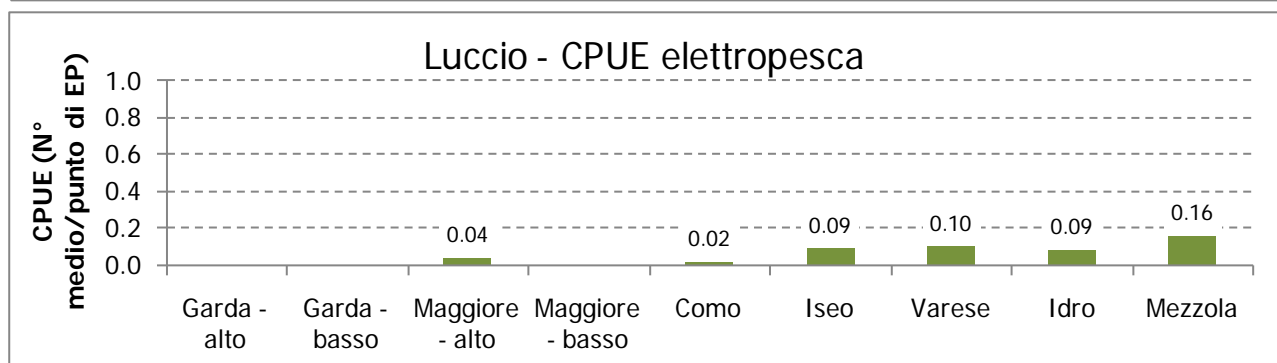
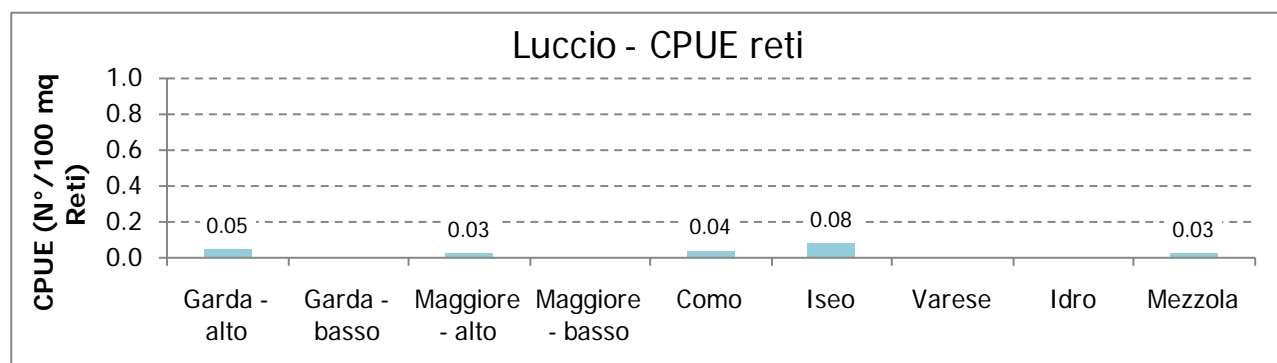


Figura 76. CPUE del luccio

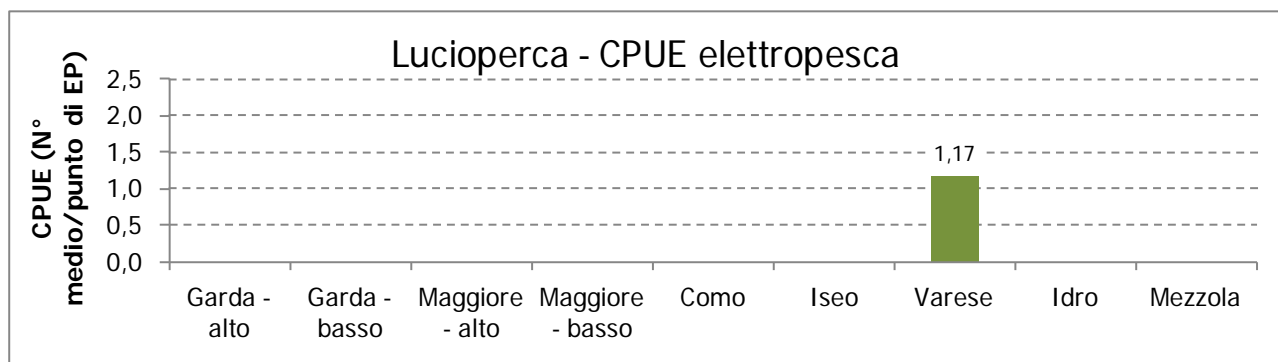
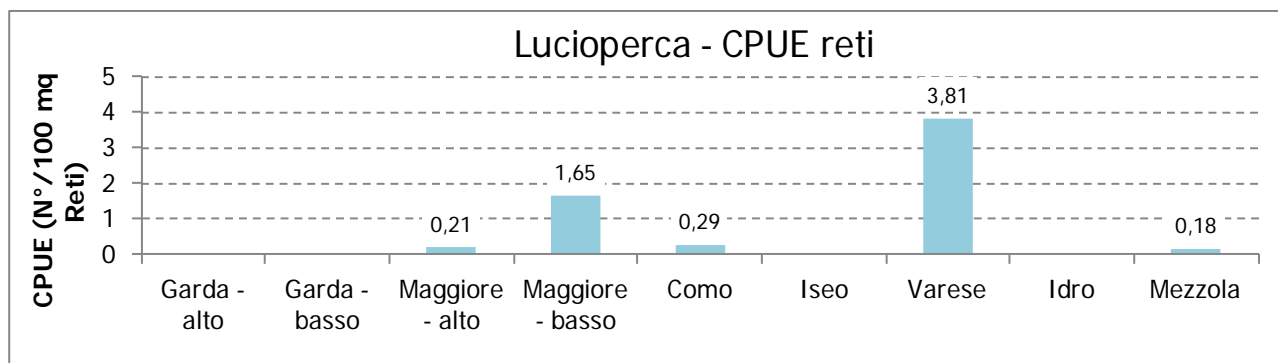


Figura 77. CPUE del lucioperca

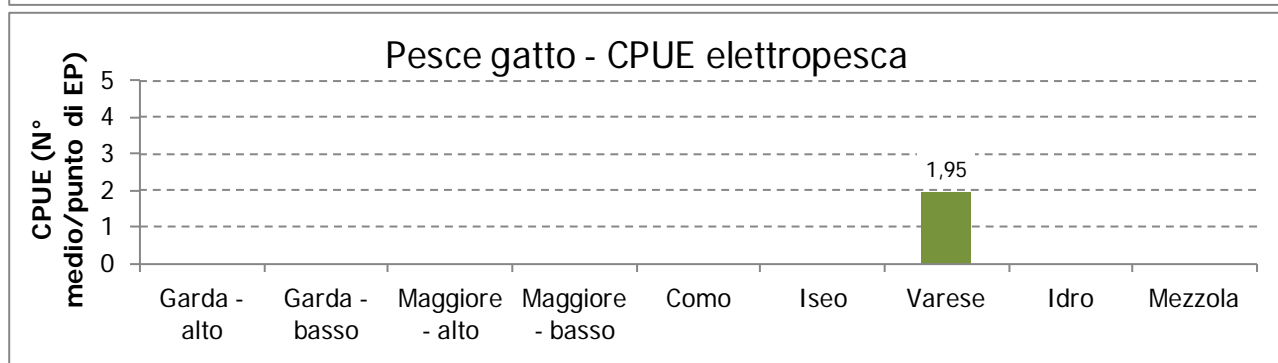
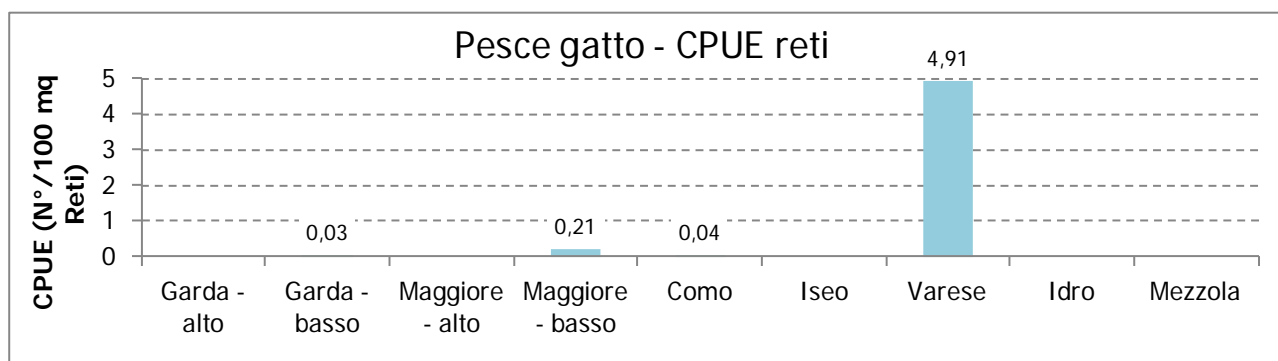


Figura 78. CPUE del pesce gatto

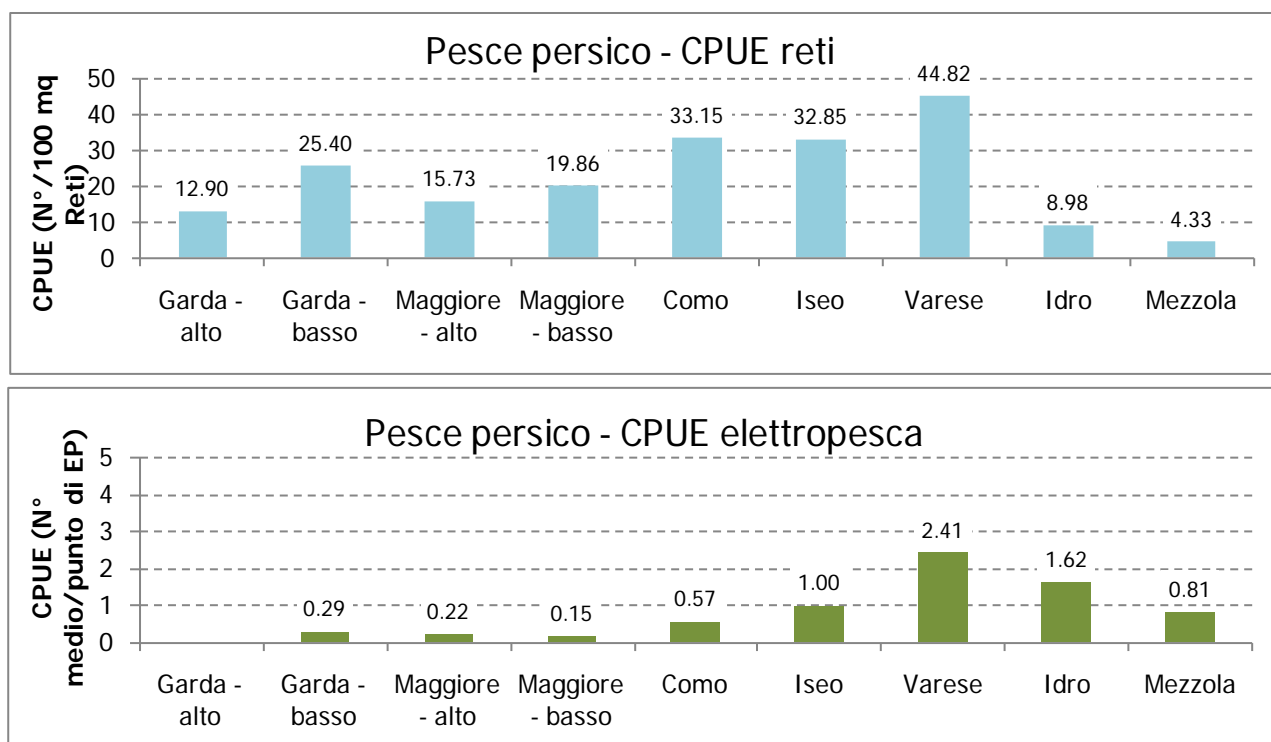


Figura 79. CPUE del pesce persico

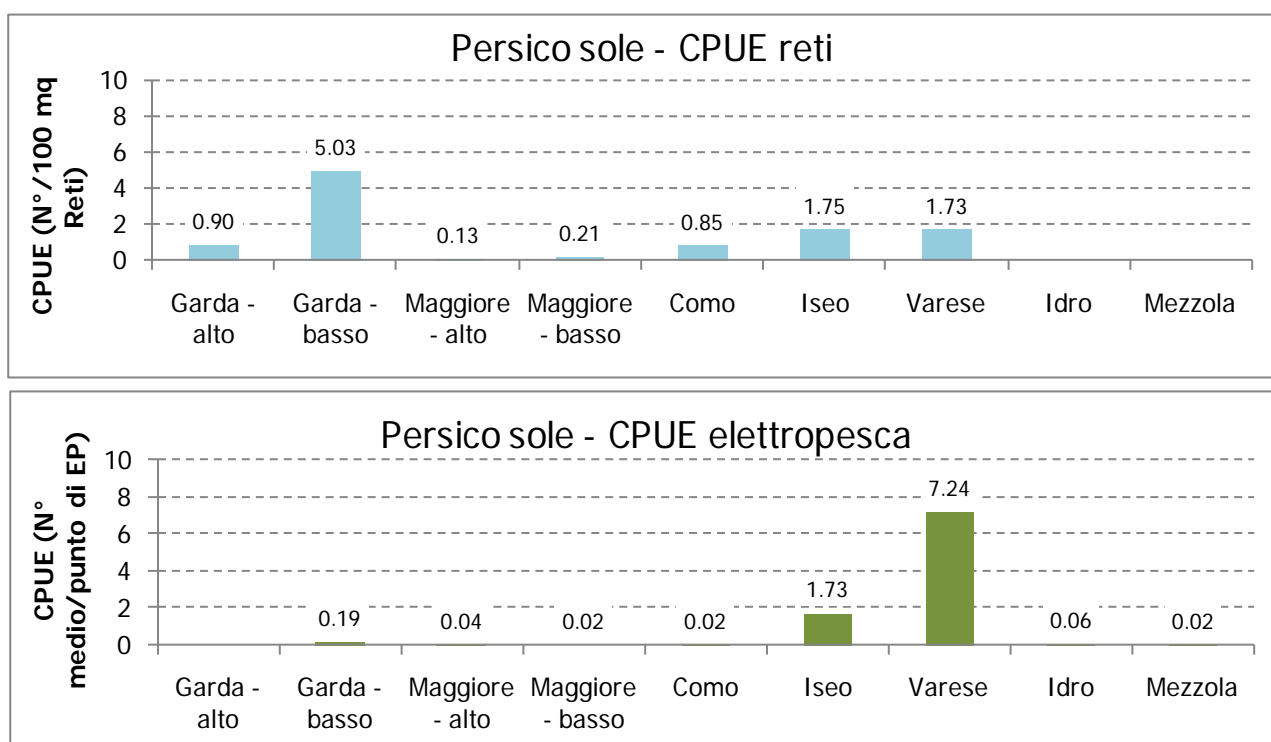


Figura 80. CPUE del persico sole

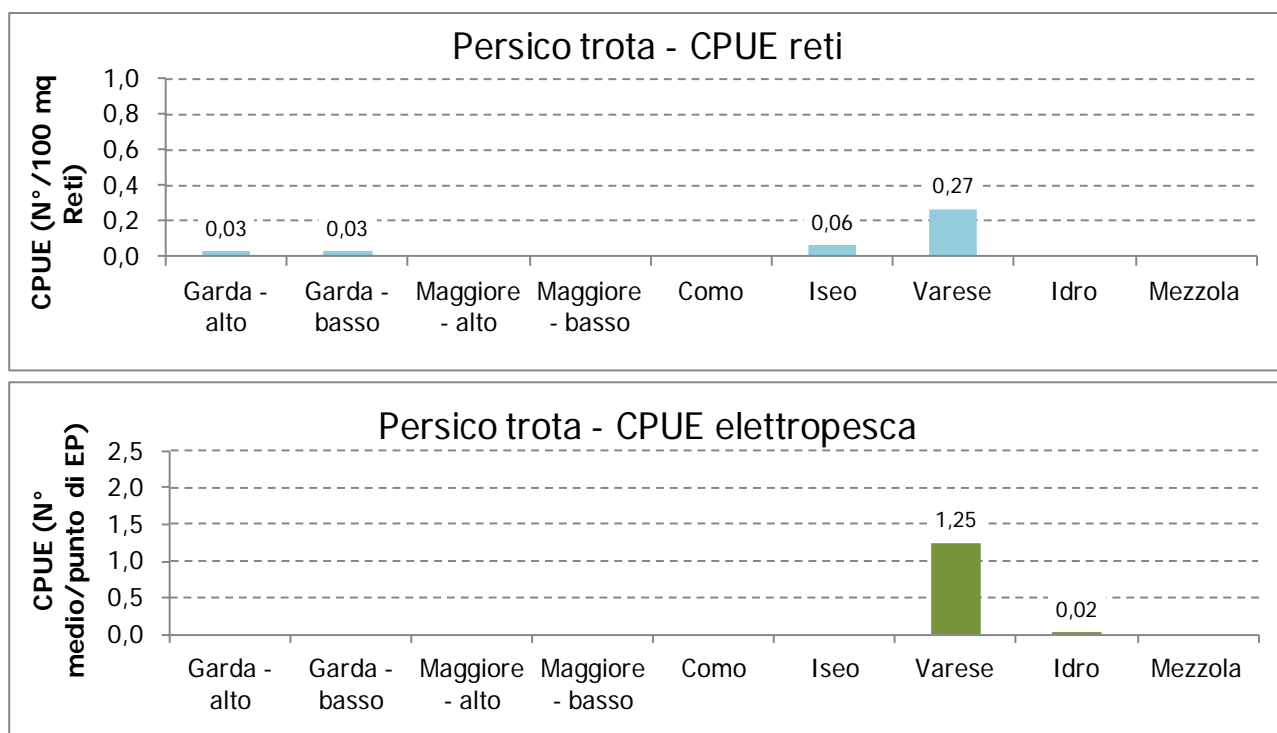


Figura 81. CPUE del persico trota

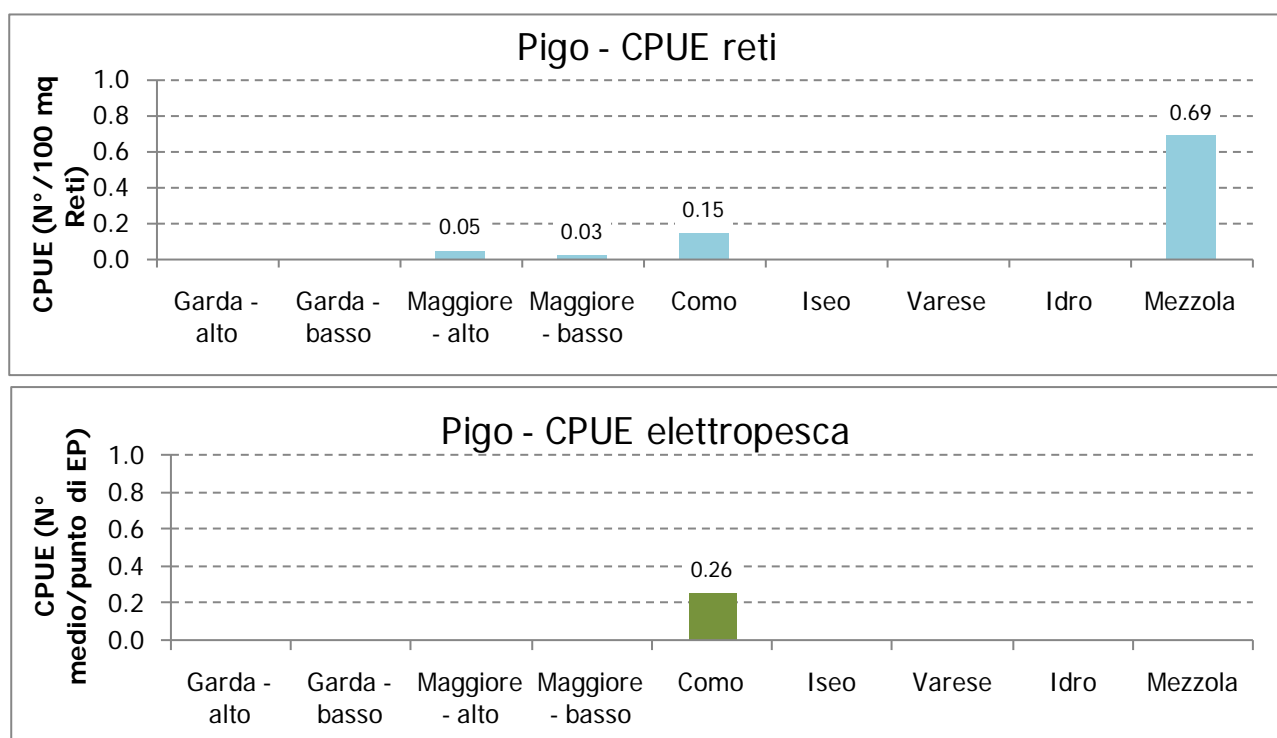


Figura 82. CPUE del pigo

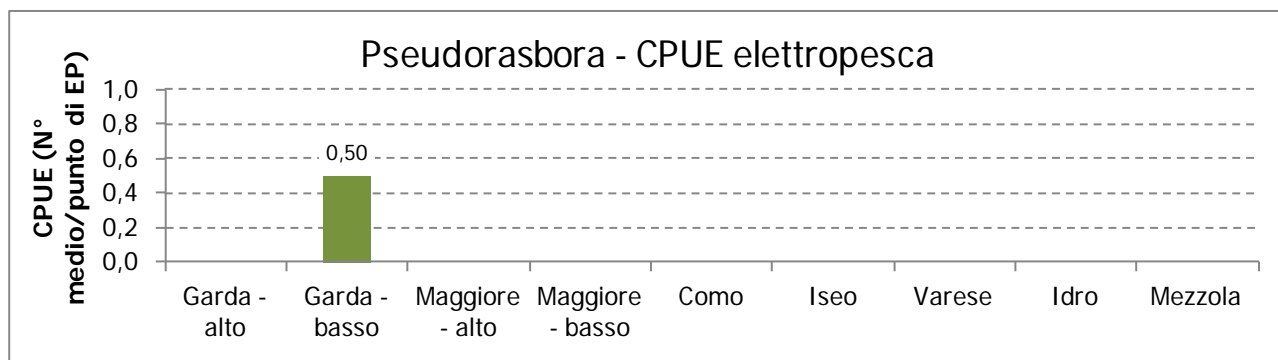


Figura 83. CPUE della pseudorasbora

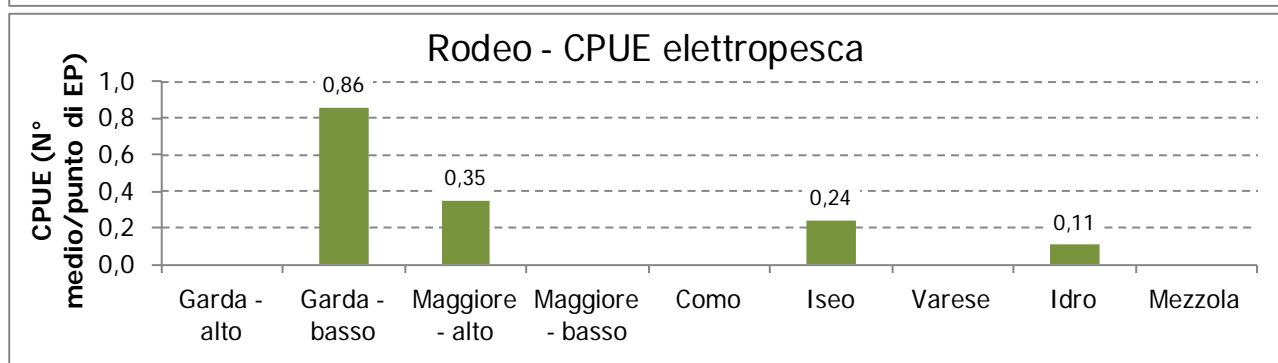
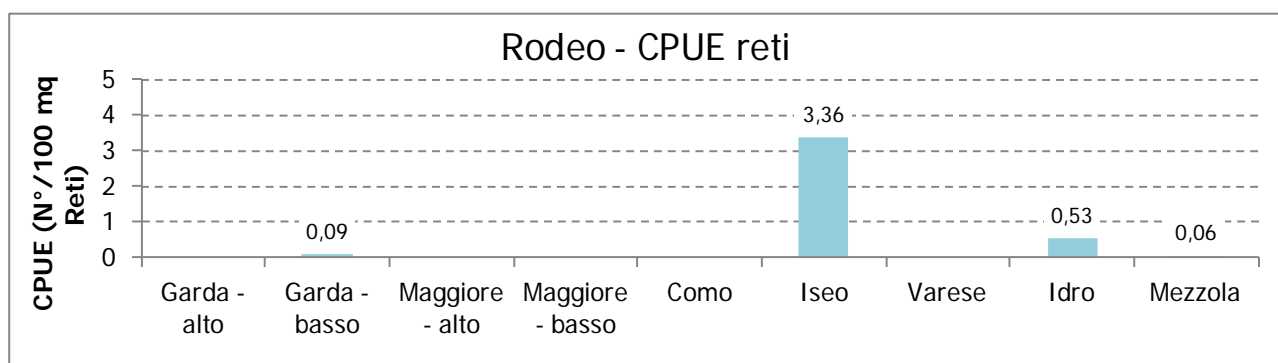


Figura 84. CPUE del rodeo

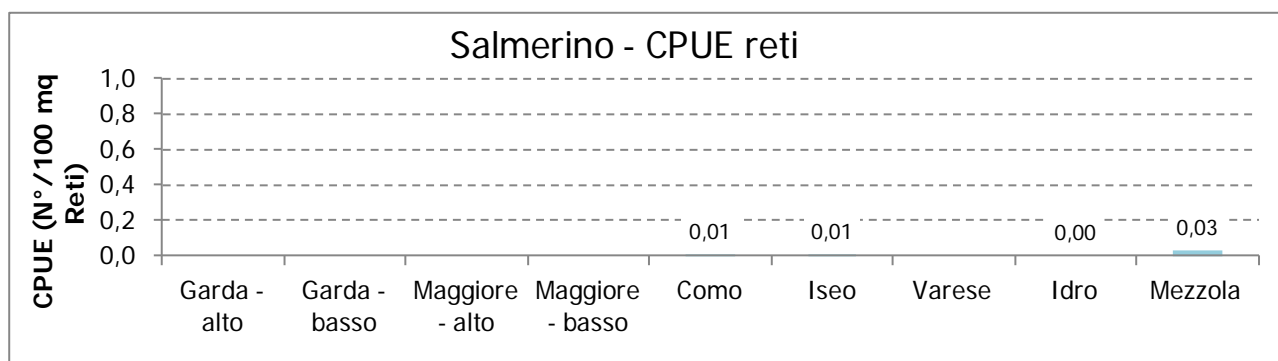


Figura 85. CPUE del salmerino alpino

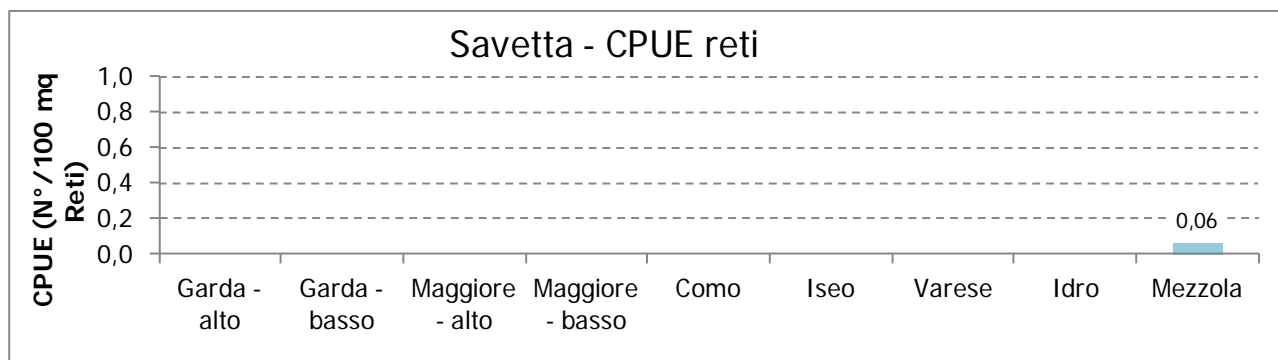


Figura 86. CPUE della savetta

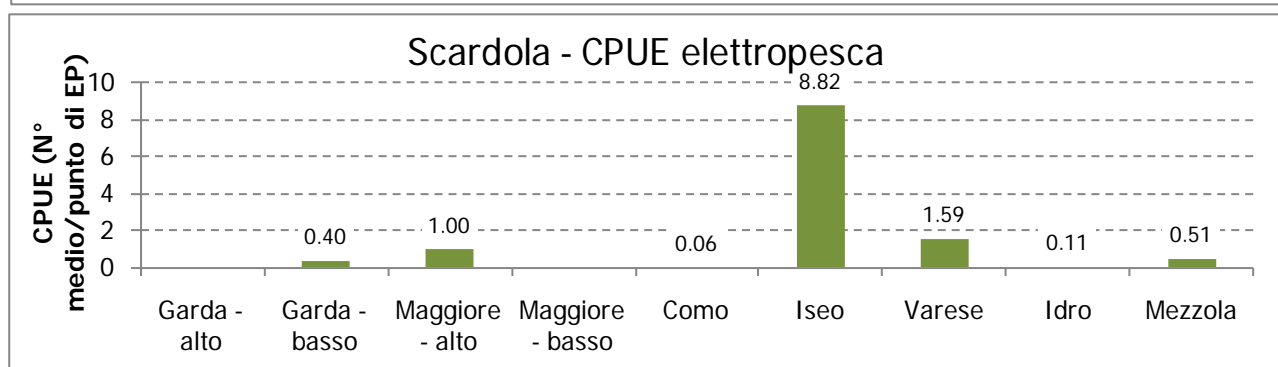
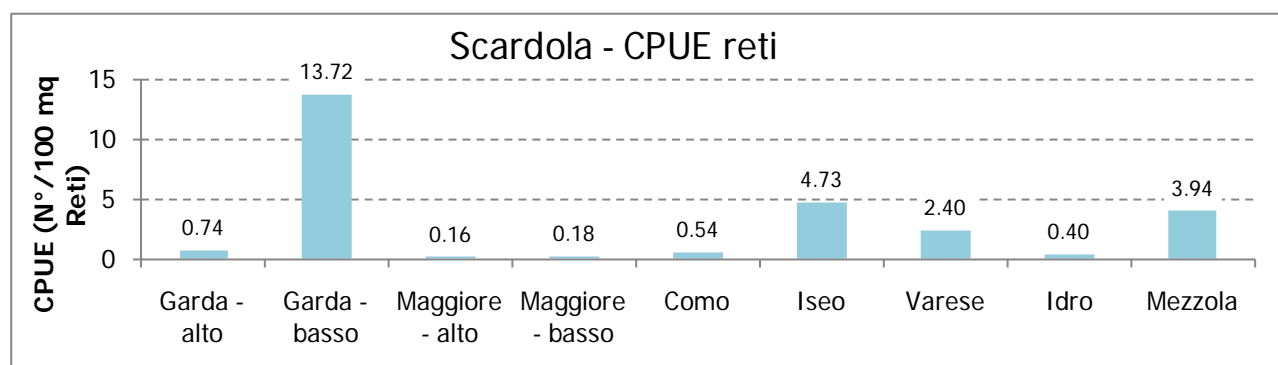


Figura 87. CPUE della scardola

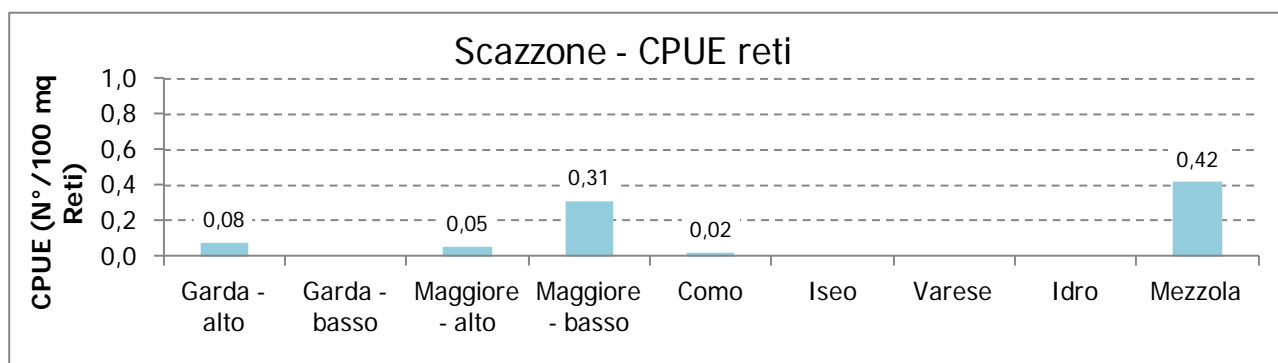


Figura 88. CPUE dello scazzone

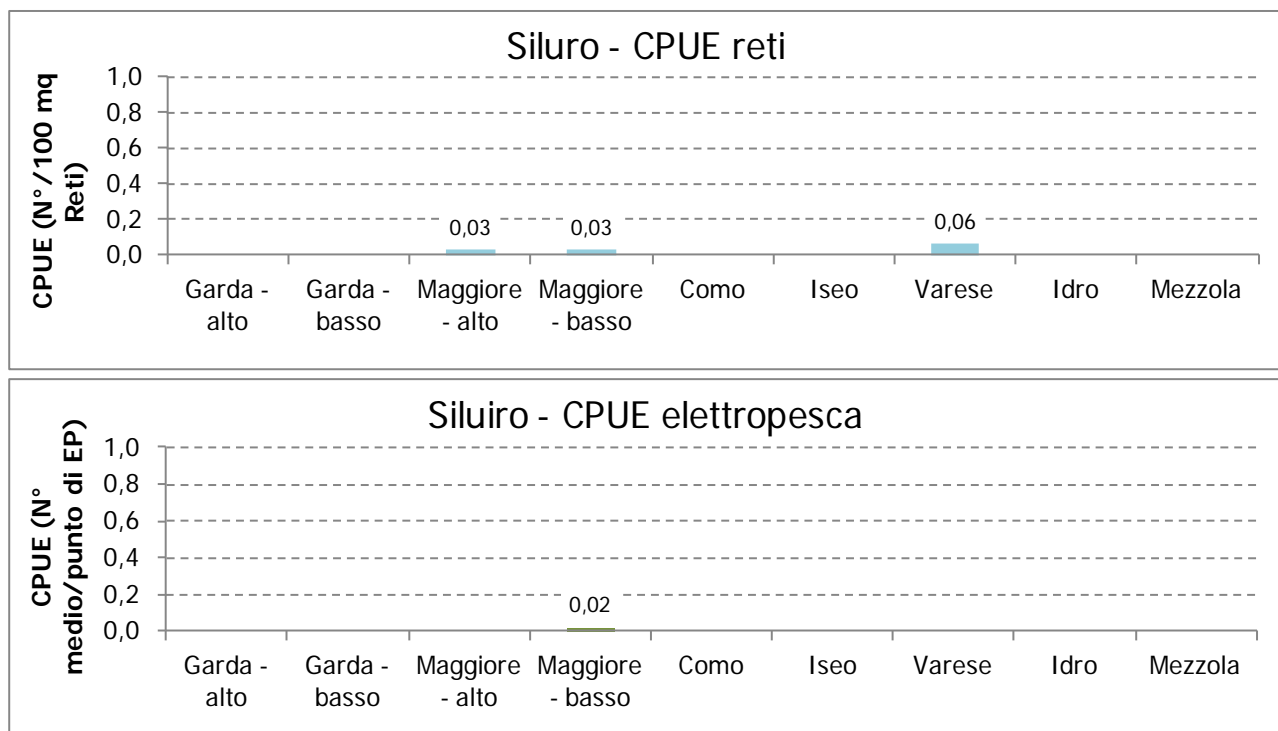


Figura 89. CPUE del siluro

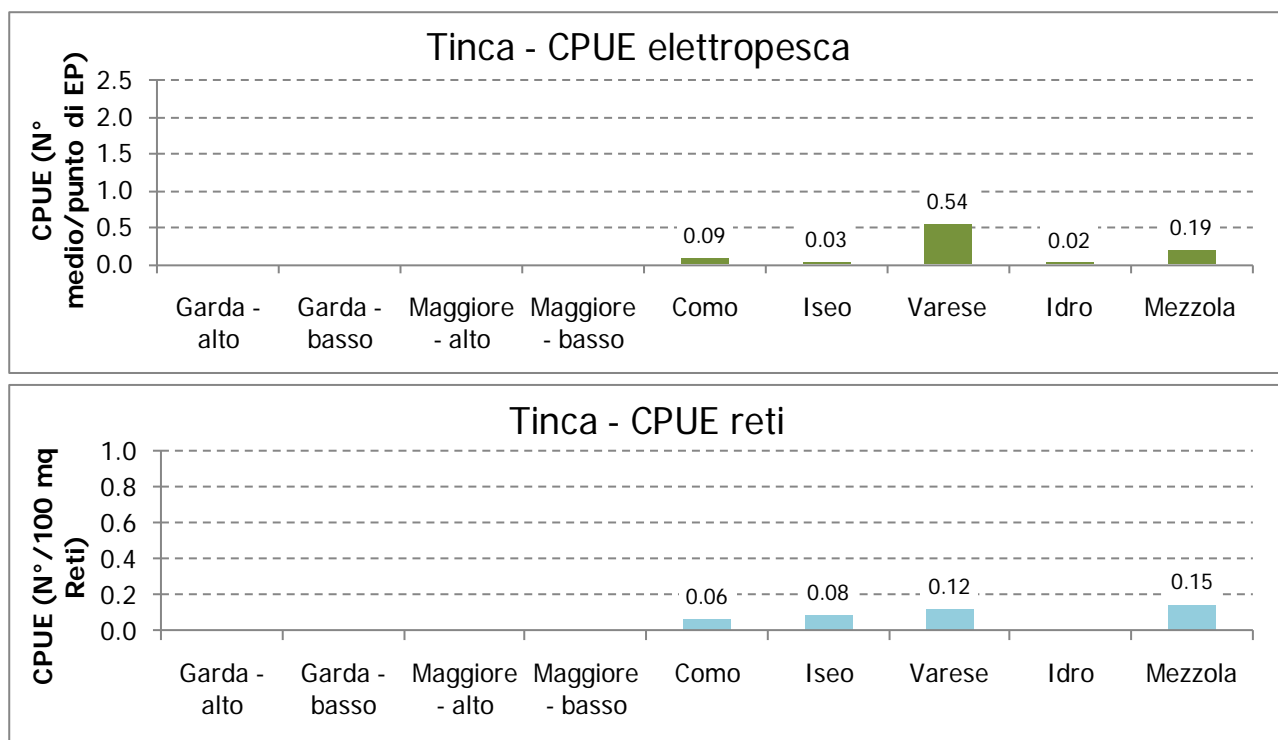


Figura 90. CPUE della tinca

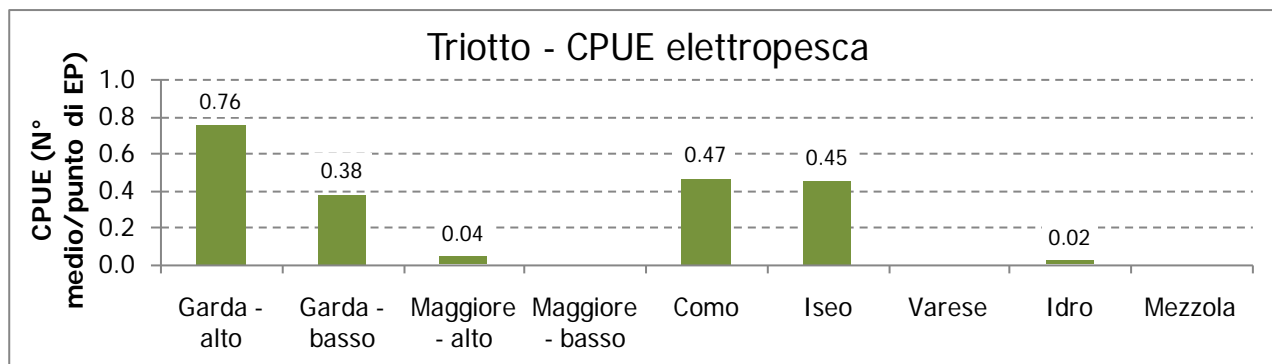
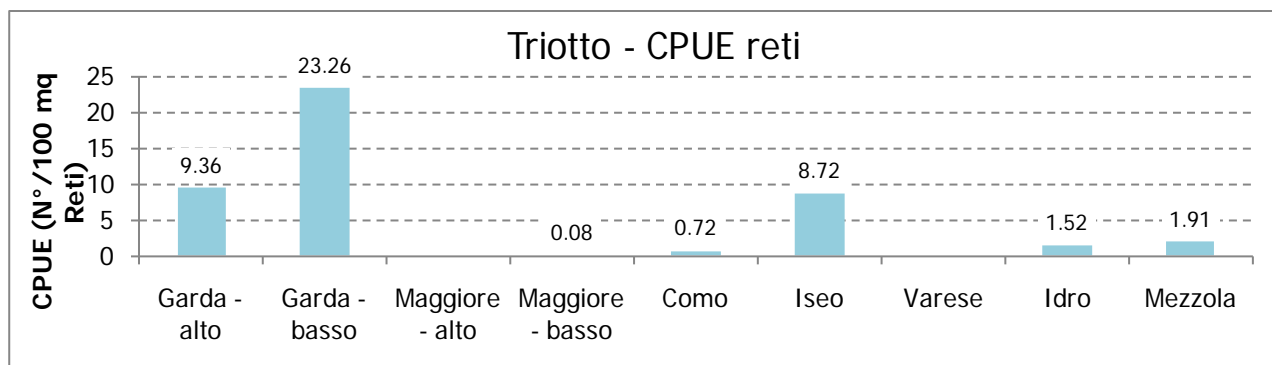


Figura 91. CPUE del triotto

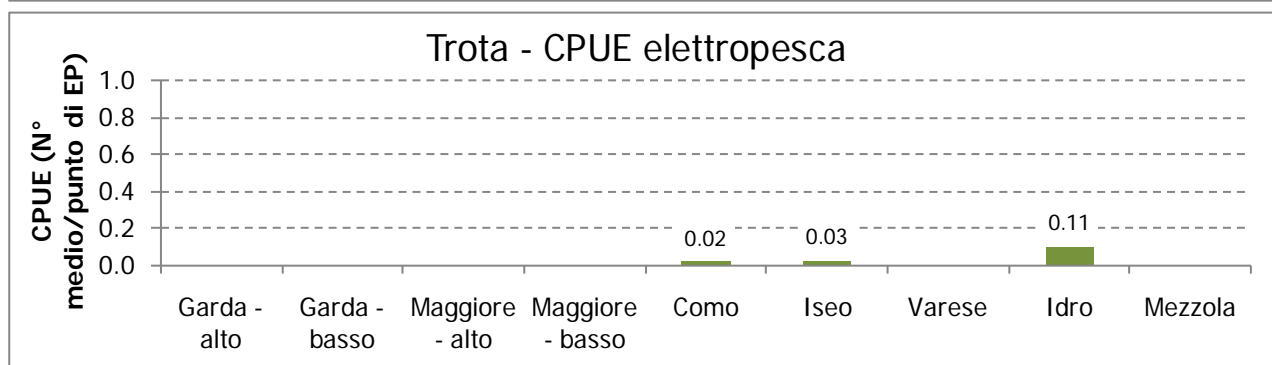
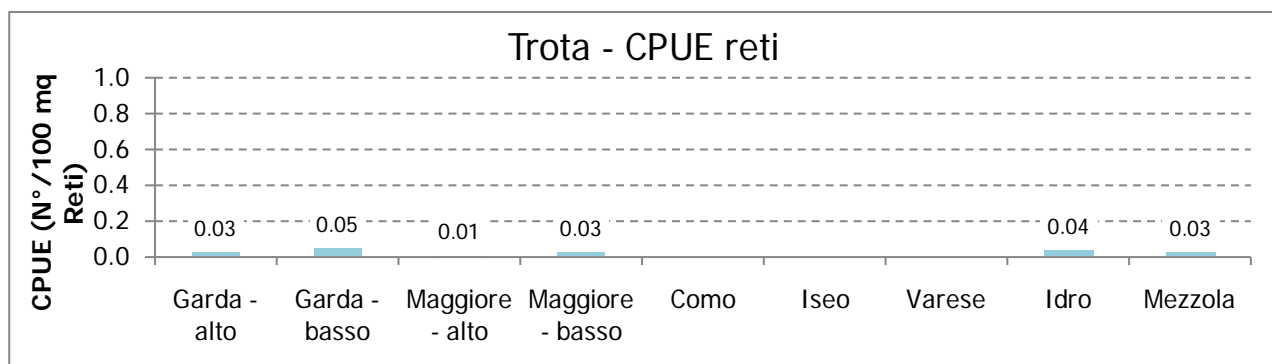


Figura 92. CPUE della trota lacustre

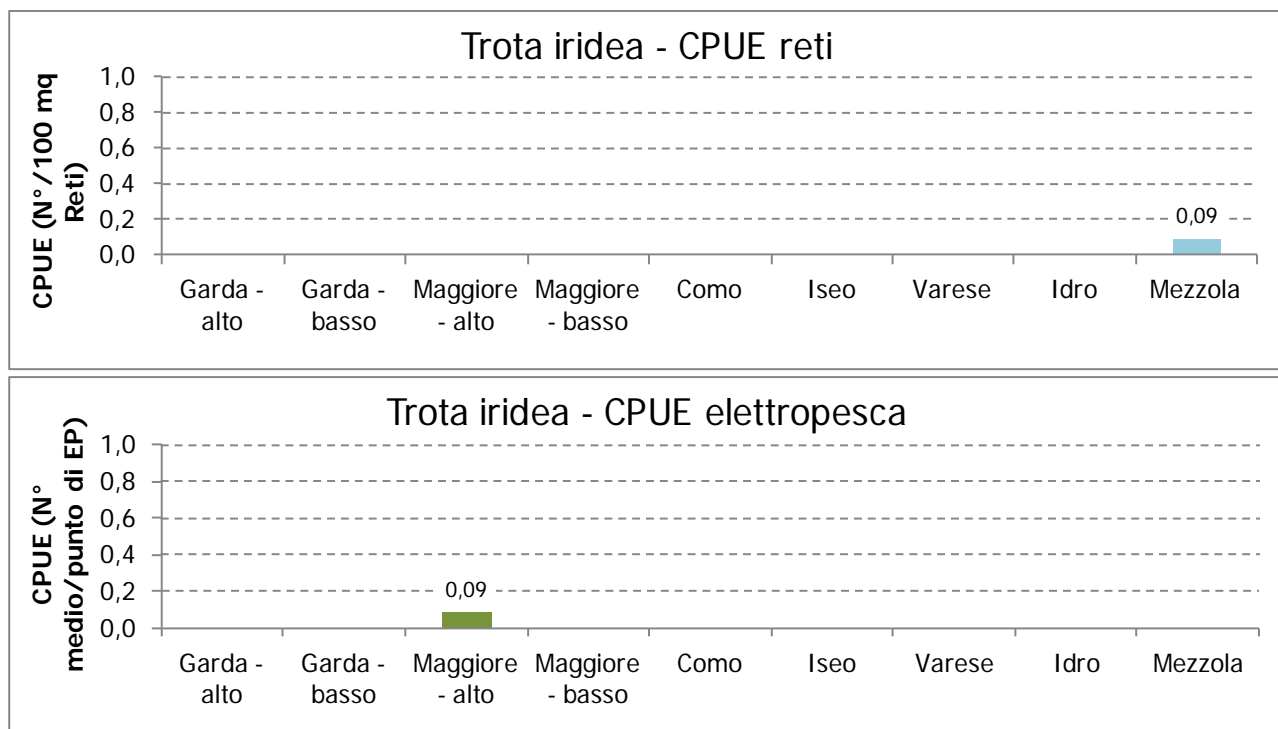


Figura 93. CPUE del trota iridea

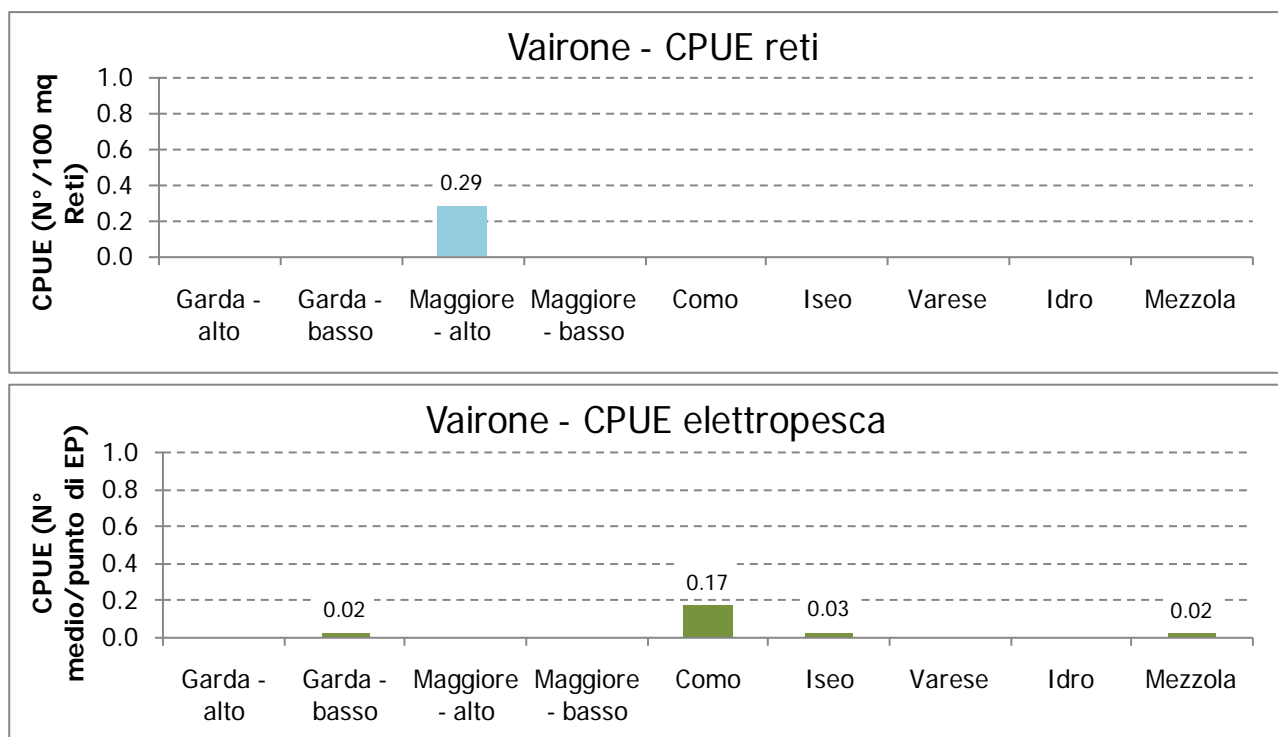


Figura 94. CPUE del vairone

10.6 RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE LFI

Di seguito, per ognuno dei laghi nei quali è stato effettuato il censimento della fauna ittica, si fornisce la sintesi dei dati necessari alla classificazione e il Rapporto di Qualità Ecologica RQE in base al Lake Fish Index. **Tutti i laghi sono stati classificati in stato "buono", ad eccezione del Lago di Como classificato in stato ecologico "elevato", mostrando una comunità ittica sostanzialmente vicina alle condizioni di riferimento.**

LAGO DI GARDA (alto lago)	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	Sì, coregone lavarello
Specie tipo specifiche presenti	Alborella, Carpa, Cavedano, Luccio, Pesce persico, Scardola, Tinca
PSD	Agone: 2. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 2
Successo riproduttivo	Agone, Bottatrice, Coregone Lavarello, Alborella, Cavedano, Luccio, Pesce persico, Scardola, Trota lacustre
Numero specie aliene LFI	1 (persico sole)
Numero specie totali	21
Metrica 1	6,67
Metrica 2	2,00
Metrica 3	8,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,73
Stato ecologico	BUONO

LAGO DI GARDA (basso lago)	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	Sì, Coregone lavarello
Specie tipo specifiche presenti	Alborella, Carpa, Cavedano, Luccio, Pesce persico, Scardola, Tinca
PSD	Agone: 2. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 2
Successo riproduttivo	Agone, Alborella, Bottatrice, Coregone Lavarello, Cavedano, Pesce persico, Scardola, Trota lacustre
Numero specie aliene LFI	4 (Carassio, Persico sole, Pseudorasbora, Rodeo amaro)
Numero specie totali	21
Metrica 1	6,00
Metrica 2	2,00
Metrica 3	8,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,72
Stato ecologico	BUONO

LAGO MAGGIORE (alto lago)	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	No
Specie tipo specifiche presenti	tutte
PSD	PSD Agone:2. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 2
Successo riproduttivo	Agone, Bottatrice, Coregone Lavarello, Ghiozzo padano, Luccio, Pesce persico, Scardola, Tinca, Trota lacustre
Numero specie aliene LFI	4 (Acerina, Persico sole, Rodeo Amaro, Gardon)
Numero specie totali	31
Metrica 1	6,67
Metrica 2	2,00

Metrica 3	8,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,73
Stato ecologico	BUONO

LAGO MAGGIORE (basso lago)	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	No
Specie tipo specifiche presenti	tutte
PSD	PSD Agone: 2. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 10
Successo riproduttivo	Successo riproduttivo: Agone, Alborella, Cavedano, Ghiozzo padano, Pesce persico, Scardola, Tinca, Trota lacustre
Numero specie aliene LFI	6 (Acerina, Carassio, Pesce gatto, Persico sole, Siluro, Gardon)
Numero specie totali	31
Metrica 1	4,00
Metrica 2	4,67
Metrica 3	8,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,73
Stato ecologico	BUONO

LAGO DI COMO	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	Sì, Coregone lavarello
Specie tipo specifiche	tutte
PSD	Agone: 6. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 2
Successo riproduttivo	tutte
Numero specie aliene LFI	2 (Carassio, Persico sole)
Numero specie totali	27
Metrica 1	8,00
Metrica 2	3,33
Metrica 3	10,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,83
Stato ecologico	ELEVATO

LAGO D'ISEO	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	Sì, Coregone lavarello
Specie tipo specifiche	tutte
PSD	Agone: 10. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 2
Successo riproduttivo	tutte
Numero specie aliene LFI	3 (Carassio, Persico sole, Rodeo amaro)
Numero specie totali	21
Metrica 1	6,00
Metrica 2	4,67
Metrica 3	10,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,81
Stato ecologico	BUONO

LAGO DI VARESE	
Specie chiave presenti o segnalate	Luccio, Scardola, Tinca
Ripopolamento?	Sì, luccio
Specie tipo specifiche	Presenti: Carpa, Ghiozzo padano, Pesce persico. Assenti: Alborella
PSD	Luccio: 2. Scardola: 2. Tinca: 6
Successo riproduttivo	Scardola, Tinca, Ghiozzo padano, Pesce persico
Numero specie aliene LFI	5 (Carassio, Gambusia, Persico sole, Pesce gatto, Gardon)
Numero specie totali	15
Metrica 1	6,67
Metrica 2	3,33
Metrica 3	6,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	8,00
RQE _{tot}	0,68
Stato ecologico	BUONO

LAGO DI MEZZOLA	
Specie chiave presenti o segnalate	Agone, Bottatrice, Coregone lavarello
Ripopolamento?	Sì, Coregone lavarello
Specie tipo specifiche	tutte
PSD	Agone:0. Bottatrice: 2. Coregone lavarello: 2
Successo riproduttivo	Bottatrice, Coregone Lavarello, Alborella, Cavedano, Ghiozzo padano, Luccio, Pesce persico, Scardola, Tinca, Trota lacustre
Numero specie aliene LFI	0
Numero specie totali	24
Metrica 1	4,67
Metrica 2	1,33
Metrica 3	10,00
Metrica 4	10,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,72
Stato ecologico	BUONO

LAGO D'IDRO	
Specie chiave presenti o segnalate	Luccio, Scardola, Tinca
Ripopolamento?	No
Specie tipo specifiche presenti	Presenti: Carpa, Pesce Persico, Trota lacustre. Assenti: Savetta
PSD	Luccio: 2. Scardola: 2. Tinca: 2
Successo riproduttivo	Luccio, Scardola, Tinca, Pesce persico, Trota lacustre
Numero specie aliene LFI	2 (Rodeo amaro, Persico sole)
Numero specie totali	14
Metrica 1	6,67
Metrica 2	2,00
Metrica 3	6,00
Metrica 4	8,00
Metrica 5	10,00
RQE _{tot}	0,65
Stato ecologico	BUONO

Di seguito si riporta la **carta di qualità RQE dei popolamenti ittici** e il grafico riassuntivo dei punteggi ottenuti.

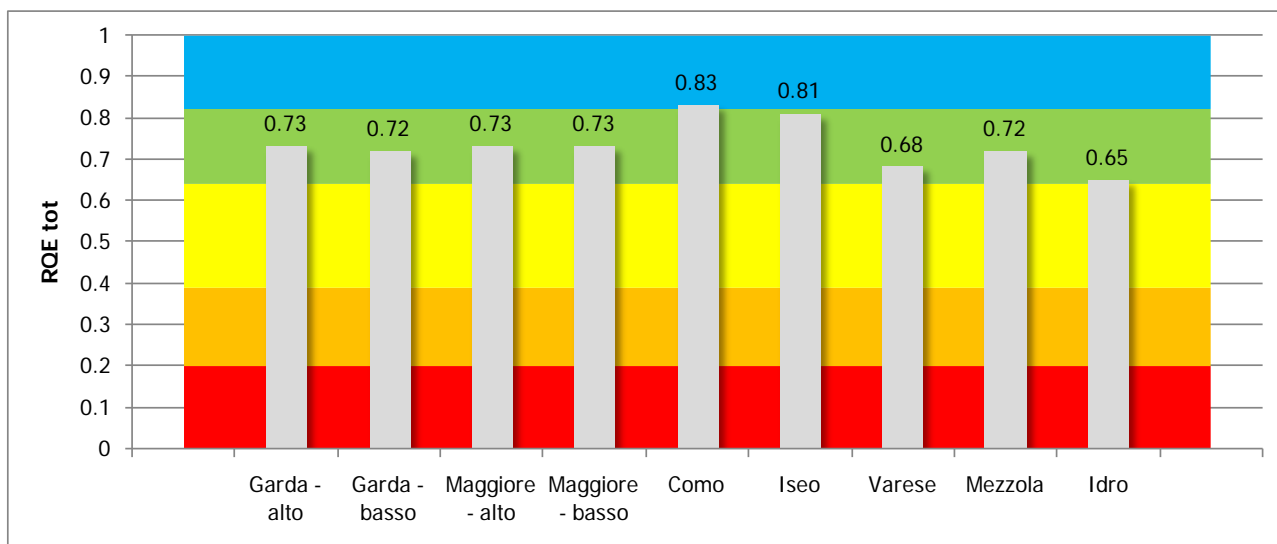
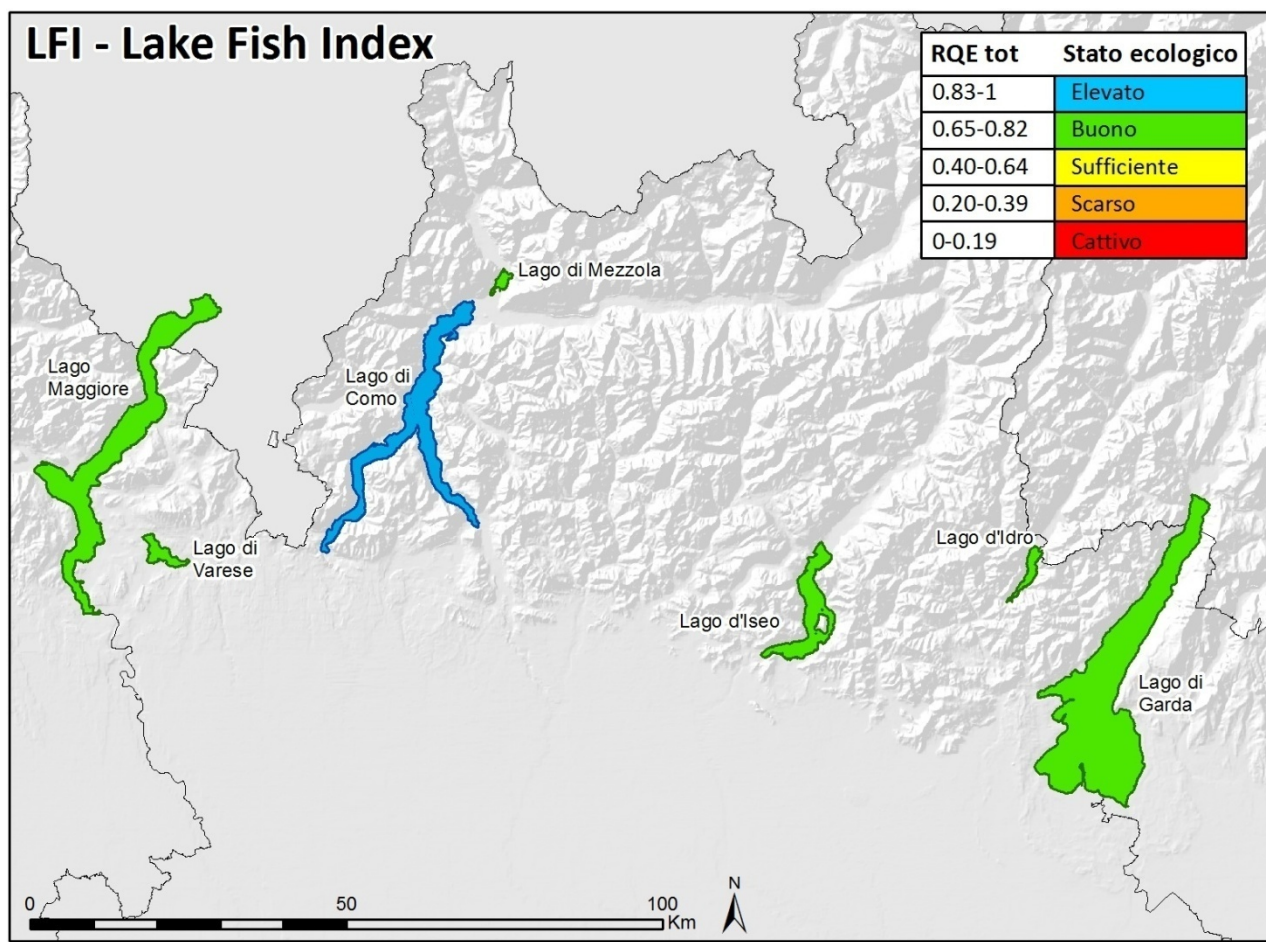
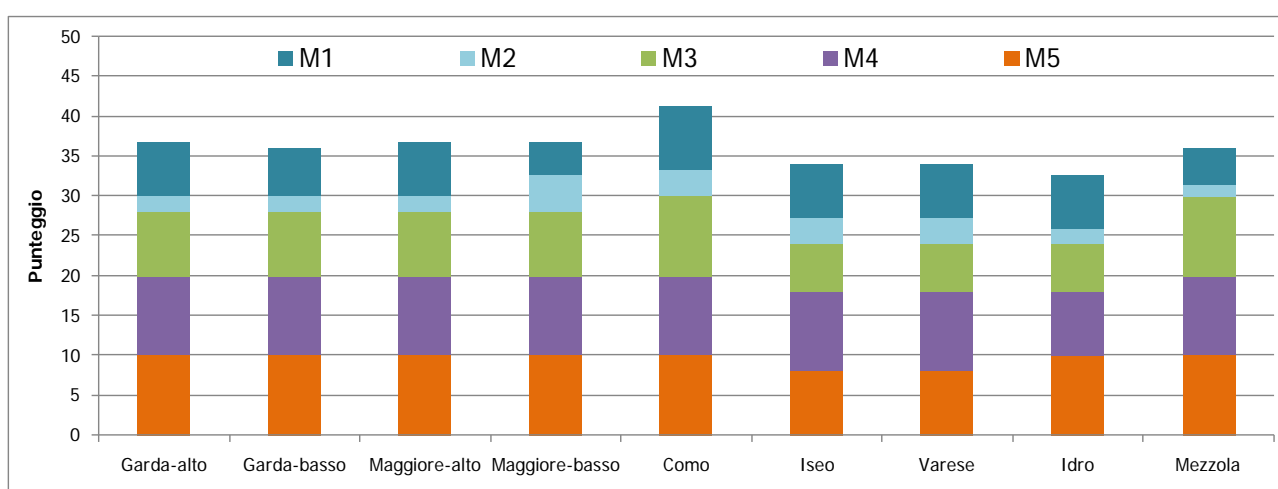


Figura 95. Confronto dei risultati dell'applicazione dell'indice LFI per i 7 laghi oggetto di indagine

Di seguito si riassumono i punteggi delle singole metriche ottenuti per ciascun lago. Si ricorda che ogni metrica va da un punteggio massimo di 10 ad un minimo di 2. Come si può notare, le metriche che incidono maggiormente, in senso negativo, sulla classificazione dei 7 laghi sono la **Metrica 2**, che indaga la struttura di popolazione delle specie chiave, e la **Metrica 1**, che valuta la presenza/assenza delle medesime (numero di individui di ogni specie ittica chiave nello sforzo totale). Si sottolinea che le specie chiave del Varese e dell'Idro sono Luccio, Scardola e Tinca mentre negli altri laghi sono Agone, Bottatrice e Lavarello. Nel Como e nel Verbano, la specie chiave lavarello è penalizzata dalla maggiore diffusione dell'altro coregone, la bondella. Le **Metriche 4 e 5**, che indagano rispettivamente la diminuzione del numero di specie chiave e tipo-specifiche rispetto alla situazione di riferimento e la presenza di specie aliene, mostrano punteggi alti in tutti i laghi. La **Metrica 3**, che valuta il successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche, ottiene il punteggio pieno nel Como e nel Mezzola.

Il problema principale dei laghi studiati sembra, quindi, risiedere nel popolamento delle specie chiave, spesso non bene strutturate o addirittura non presenti.



	Garda-alto	Garda-basso	Maggiore-alto	Maggiore-basso	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
Metrica 1-M1	6.67	6	6.67	4	8	6.67	6.67	6.67	4.67
Metrica 2-M2	2	2	2	4.67	3.33	3.33	3.33	2	1.33
Metrica 3-M3	8	8	8	8	10	6	6	6	10
Metrica 4-M4	10	10	10	10	10	10	10	8	10
Metrica 5-M5	10	10	10	10	10	8	8	10	10
RQE_{tot}	0.73	0.72	0.73	0.73	0.83	0.68	0.68	0.65	0.72

Figura 96. Confronto tra i punteggi delle metriche di ciascun lago

10.7 VALUTAZIONE DELLO STATO DELLE COMUNITÀ ITTICHE INDAGATE

Tra gli aspetti da indagare nel presente progetto c'era quello relativo all'identificazione dei principali fattori di alterazione delle comunità ittiche e di eventuali proposte di miglioramento rispetto a questi. Obiettivo alquanto complesso senza dubbio ma che, almeno nei suoi tratti essenziali, si cercherà di affrontare in seguito.

Alla luce di quanto detto sopra, ci è parso opportuno focalizzare in primo luogo l'attenzione sulle risultanze dell'applicazione delle 5 metriche dell'indice LFI e da qui verificare quali aspetti potessero essere particolarmente critici e sui quali si evidenziassero la necessità di intervento. Inoltre, sono state individuate anche quelle specie che sono risultate rare o particolarmente scarse all'interno dei campioni raccolti, valutando il risultato ottenuto anche sulla base dell'etologia della specie e delle circostanze di campionamento al fine di verificare l'effettiva sussistenza di una criticità legata alla specie.

Per rendere più facilmente e immediatamente comprensibile quello che verrà esposto di seguito, si ricorda l'elenco delle specie chiave e tipo-specifiche per lago, già descritto nel capitolo metodologico:

- **Per i laghi di Garda, Maggiore, Como, Iseo e Mezzola (tipo 1):**
 - Specie chiave: Lavarello, Agone e Bottatrice
 - Specie tipo-specifiche: Alborella, Carpa, Cavedano, Ghiozzo padano, Luccio, Pesce persico, Scardola, Tinca, Triotto, Trota lacustre
- **Per il lago d'Idro (tipo 2):**
 - Specie chiave: Luccio, Scardola e Tinca
 - Specie tipo-specifiche: Savetta, Carpa, Pesce persico e Trota
- **Per il Lago di Varese (tipo 3):**
 - Specie chiave: Luccio, Scardola e Tinca
 - Specie tipo-specifiche: Alborella, Carpa, Ghiozzo padano e Pesce persico

Sulla base dei dati bibliografici disponibili si ricorda che i 7 laghi in oggetto mostrano i seguenti livelli trofici: Lago d'Iseo = Eutrofia, Lago di Garda = mesotrofia, Lago di Como = mesotrofia, Lago di Mezzola = Oligo-mesotrofia, Lago Maggiore = Oligotrofia.

La tabella seguente riporta il punteggio medio relativo ai 7 laghi indagati per ognuna delle 5 metriche che compongono l'LFI. Della valutazione di quanto emerso si deriva che gli aspetti più critici sembrano essere relativi al numero di individui delle specie chiave (metrica 1) e, in particolar modo, alla loro struttura di popolazione (metrica 2), mentre, solo in seconda istanza risultano critici gli aspetti legati al successo riproduttivo delle stesse (metrica 3), unito a quello delle specie indicatrici tipo-specifiche. Di poca importanza invece, quantomeno ai fini di una valutazione di stato di integrità ecologica, i due aspetti relativi alla riduzione delle specie chiave e tipo-specifiche e a quello della presenza di specie aliene rispetto al totale delle specie presenti. Ciò nonostante anche questi due ultimi aspetti saranno oggetto di riflessione nel presente capitolo.

METRICHE	PUNTEGGIO MEDIO
M1 – Presenza specie chiave	6
M2 – Struttura di popolazione specie chiave	3
M3 – Successo riproduttivo specie chiave e tipo specifiche	8
M4 – riduzione % specie chiave e tipo specifiche	10
M5 – ratio specie aliene/specie totali	10

Tabella 34. Punteggio medio di ognuna delle 5 metriche applicate sui 7 laghi in oggetto

Il numero relativamente ridotto di individui delle specie chiave catturate in alcuni laghi, tale da determinare un valore medio della metrica 1 pari a 6 su 10, è senza dubbio legato a più fattori, in parte correlabile alle modalità di campionamento e alla necessità di standardizzazione dello stesso (strumenti uguali e numero uguale di reti per tutti i laghi della stessa tipologia) e solo in secondo luogo ad una vera e propria situazione di criticità delle popolazioni.

Occorre sottolineare infatti che, in generale, il numero di individui catturati è proporzionale sia alla densità a lago (e dunque alla produttività complessiva – leggasi principalmente lo stato trofico – del sistema lacustre in questione) che allo sforzo di pesca. Mantenendo costante il secondo e variando ovviamente il primo, è lecito aspettarsi una variazione del risultato in termini numerici (valore assoluto e non relativo) degli individui catturati.

Ogni specie, poi, ha il suo optimum in termini di caratteristiche ambientali. La bottatrice e il lavarello sono, tra le diverse specie chiave, quelle più esigenti dal punto di vista della qualità delle acque e della temperatura delle stesse, seguite dall'agone. Ad esempio, l'optimum per il coregone lavarello è vivere in un ambiente lacustre con una concentrazione di fosforo totale tra 20 e 30 µg/l, temperature massime di 15 °C e una concentrazione di ossigeno pari ad almeno 6-8 mg/l. La bottatrice, invece, è meno tollerante per quanto riguarda la temperatura delle acque, mentre assimilabile al lavarello in termini di produttività ambientale (concentrazione del fosforo).

Le curve di abbondanza, a parità di condizioni ambientali favorevoli, sono poi determinate dalla produttività complessiva del sistema per cui ci si può aspettare un numero relativamente basso di individui in ambienti poco produttivi e invece più elevato in ambienti a più alta produttività. Produttività ambientale che aumentando va a favorire una maggiore fecondità delle specie attraverso una maggior disponibilità di risorse alimentari, la cui energia si trasmette da un lato all'accrescimento corporeo, dall'altro allo sviluppo delle gonadi ed al numero e qualità di uova.

In caso di situazioni comparabili, sia in termini di sforzo di pesca che di caratteristiche ambientali complessive, è plausibile che le differenze di risultato siano attribuibili con buona probabilità a una vera diversità nello stato della popolazione, ma non sembra essere il caso delle comunità ittiche dei laghi lombardi.

Dai risultati del campionamento non emerge, infatti, una situazione significativamente critica dal punto di vista delle abbondanze delle specie chiave.

Ogni specie ha il suo optimum in termini di esigenze ambientali come già detto. Nel nostro caso, relativamente ai laghi classificati come tipo 1 per l'applicazione dell'indice (Garda, Maggiore, Como, Mezzola e Iseo) le abbondanze dell'agone sembrano rispecchiare abbastanza fedelmente l'andamento dello stato trofico, anche se nel Verbano il campione raccolto è risultato piuttosto scarso. Questo potrebbe, in realtà essere interpretato come una delle fluttuazioni cicliche della densità di popolazione che caratterizzano questa specie più di altre. Il lavarello trova l'optimum all'incirca nella situazione del Lago di Garda (mesotrofia e stato trofico intermedio tra i grandi laghi), mentre, al contrario, la bottatrice sembra preferire laghi il cui livello trofico è decisamente più basso.

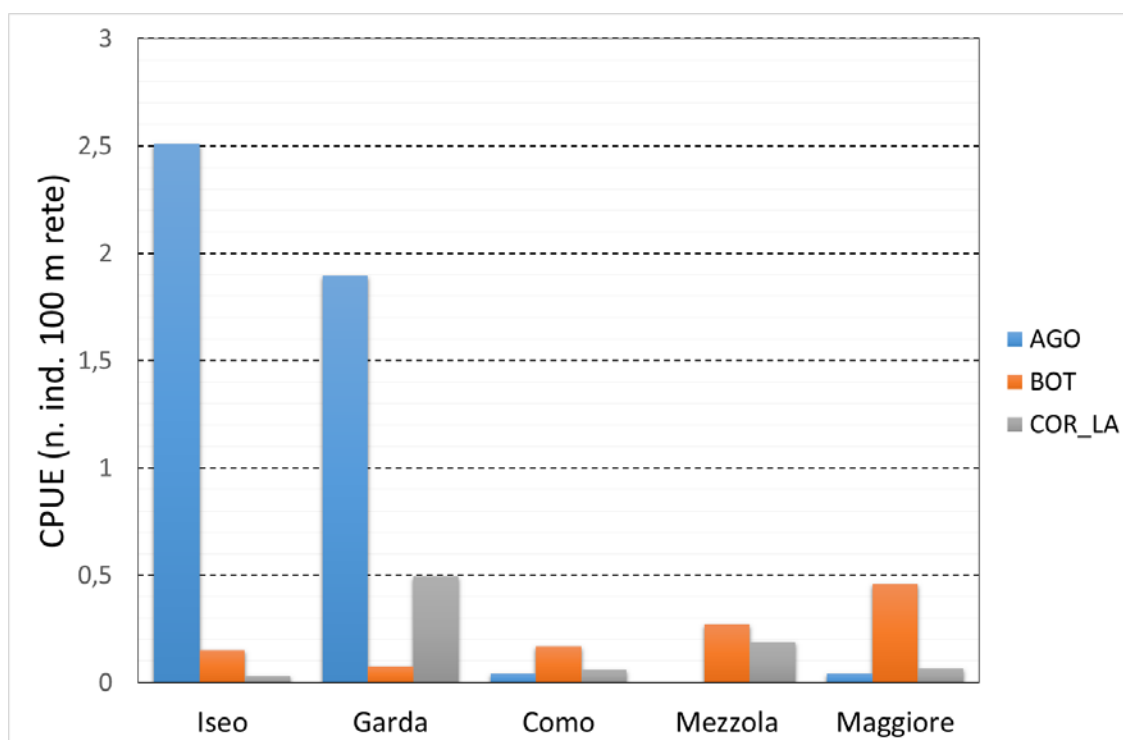


Figura 97. CPUE delle specie pelagiche (e chiave per il LFI nei laghi della tipologia "laghi profondi nord ovest" in relazione allo stato trofico. Lago d'Iseo= eutrofia, Lago di Garda=mesotrofia, Lago di Como=mesotrofia, Lago di Mezzola=Oligo-mesotrofia, Lago Maggiore=oligotrofia.

Le specie chiave delle altre due tipologie lacustri (tipo 2 Lago d'Idro e tipo 3 Lago di Varese) sono il luccio, la scardola e la tinca. Anche per queste tre specie non si evidenziano in questi laghi particolari situazioni di criticità almeno per quanto riguarda le abbondanze. La scardola è ben presente ed il luccio e la tinca, se pur in numero più esiguo sono state comunque catturate.

Se le abbondanze specifiche delle specie principali non destano particolari preoccupazioni o, in altre parole, non sembrano esservi fattori di alterazione significativi che agiscono su di essi in modo preoccupante, tra le diverse caratteristiche della comunità ittica prese in esame, senza dubbio l'aspetto più critico è invece la struttura di popolazione delle specie ittiche chiave, analizzata tramite l'indice PSD. Generalmente una popolazione è equilibrata quando non vi sono né troppi giovani né pochi adulti, in altre parole quando è garantito uno stock di riproduttori con al suo interno anche una porzione di cosiddetti "megariproduttori" (individui la cui lunghezza è superiore al 70% della lunghezza massima della specie) che permetta di generare una buona base di giovani per il reclutamento successivo. Una corretta struttura di popolazione è un aspetto fondamentale per il mantenimento di una popolazione ittica nel tempo. Solo in pochi casi, come ad esempio il lavarello nel Lago di Garda o l'agone nel Lago d'Iseo, le specie considerate sono apparse con una struttura di popolazione corretta.

Considerando, invece, la totalità delle specie, non solo le specie chiave per ognuno dei laghi indagati, dai risultati emerge che alcune specie sono state catturate con quantità particolarmente esigue, presumibilmente al di sotto delle loro potenzialità.

Il **luccio** è risultato raro (dove per raro si intende che sono stati pescati solo 1-2 soggetti della specie) nei Laghi di Garda e Maggiore, mentre è presente ma scarso nel Lago di Como e nel Lago d'Idro. La **trota lacustre** è assente nel Varese e rara in tutti gli altri laghi.

Un'attenzione particolare va all'**alborella**, che è risultata rara nell'alto Garda e nell'Idro -dove le uniche alborelle sono state catturate nell'ambito dell'attività WP2-, scarsa nell'Iseo, nel Mezzola e nel Maggiore -

dove nell'alto lago non è stata neanche catturata-. L'unico corpo lacustre in cui è presente con una certa consistenza è il Lago di Como, anche se si sottolinea che degli oltre 900 soggetti registrati, la maggior parte è stata catturata con l'elettropesca campionando un unico banco molto numeroso e localizzato di giovani (4-6 cm).

Nei laghi lombardi lo status complessivo dell'alborella presenta una situazione preoccupante ormai da una ventina d'anni. Nel Verbano si osservano pochi banchi in periodo invernale nei porticcioli dove solitamente si radunavano ed ammassavano moltissime alborelle, sia in sponda lombarda che piemontese. Anche le aree riproduttive evidenziano una minore frequentazione ed attività in periodo di frega (maggio/luglio). Nel Lago di Varese, la specie, un tempo abbondantissima, era completamente scomparsa e da una decina d'anni vengono effettuate attività di reintroduzione. Nel Lario la specie ha mostrato andamento altalenante, in crisi una decina di anni addietro, meno pesante di quella degli altri grandi laghi, poi una ripresa con la chiusura della pesca, con la posa di numerosi letti di riproduzione artificiale e con le prime attività di dissuasione dell'avifauna ittiofaga. Ad oggi, quella comasca è l'unica popolazione lacustre di alborella ancora significativa. Nel Lago d'Iseo la specie, un tempo molto abbondante, era praticamente scomparsa nel decennio scorso. Da qualche anno sono apparsi i primi timidi segnali di ripresa con la presenza di piccoli banchi nei porti ed in luoghi riparati rispetto alla possibile predazione degli uccelli ittiofagi. Nel Garda la specie ha mostrato un andamento del tutto analogo a quello degli altri grandi laghi ma con una tempistica posticipata di qualche anno. Infatti la riduzione, sino alla quasi totale scomparsa è avvenuta pochi anni orsono ed ancora non si evidenziano segnali di ripresa. Un aspetto interessante ed in controtendenza rispetto al quadro descritto è rappresentato dai grandi fiumi sub-lacuali (Ticino, Adda, Oglio) in cui la specie non ha presentato andamenti in riduzione così marcati, mantenendo anzi, in alcuni tratti, una discreta abbondanza.

Relativamente all'**anguilla**, integrando i risultati del censimento ittico con i dati raccolti attraverso la macroattività 3, è emerso che la specie versa in una condizione generalizzata di declino, soprattutto nel bacino del Fiume Ticino, evidenziando un grosso problema di colonizzazione da parte di individui giovani che non riescono a raggiungere il Ticino e il Lago Maggiore in primis a causa dello sbarramento di Isola Serafini, che anche se in fase di deframmentazione rappresenta ad oggi il più importante elemento di frammentazione del Fiume Po. Tale argomento è stato approfondito nel "Rapporto finale WP3".

La **tinca** non è stata catturata nel Garda e nel Maggiore, mentre ne è stato pescato un solo esemplare nell'Idro. Tuttavia occorre far notare che la tinca è forse la specie più difficile da catturare nel complesso delle specie ittiche lacustri, perché presenta un'ecologia particolare che da un lato la porta a muoversi con una certa velocità solo nel periodo riproduttivo (è quindi più facilmente catturabile con le reti) e a rifugiarsi, invece, in aree molto vegetate difficili da campionare o addirittura a sprofondare nel fango nella stagione invernale. Pertanto, in alcuni casi il suo campionamento è risultato difficoltoso o addirittura, come nel Benaco e nel Verbano, infruttuoso. Questa risultanza però, al di là di inutili allarmismi, dovrà essere possibilmente verificata in futuro.

Alcune specie sono state catturate con difficoltà solo in alcuni laghi, come ad esempio il **lavarello**, risultato scarso nell'Iseo. La specie era anche oggetto delle indagini nell'ambito della macroattività 2, per la quale si è riusciti a recuperare solamente una trentina scarsa di soggetti. Anche il **triotto** è risultato molto scarso nel Verbano, probabilmente in relazione alla forte competizione esercitata dall'alloctono gardon, particolarmente abbondante nel bacino del Fiume Ticino. Infine, l'agone è stato pescato con un numero esiguo di soggetti, ma questa specie è facilmente soggetta a forti fluttuazioni naturali, già riscontrate negli anni passati e che quindi non dovrebbero destare preoccupazioni.

Prendendo in considerazione, invece, i singoli laghi, la comunità ittica del **LAGO DI GARDA** è quella che presenta il più elevato grado di naturalità. Le specie alloctone compaiono, infatti, decisamente in numero minore rispetto ai laghi dell'area occidentale della Lombardia.

La comunità risente, attualmente in misura ancora positiva, del fenomeno di eutrofizzazione in corso come si può notare dal catturato per unità di sforzo complessivo, tra i più elevati tra i 7 laghi. Al momento dunque, anche specie ittiche potenzialmente sensibili come il coregone lavarello sembrano trarre vantaggio da questa situazione. Tra gli elementi di rilievo va segnalata la presenza del triotto, specie endemica del bacino padano Veneto, scomparsa o fortemente contrattasi in altre aree dell'Italia Settentrionale. Si segnala la mancata cattura del **carpione del Garda** (*Salmo carpio*), specie endemica di questo bacino lacustre, inserita nella **lista rossa italiana** come specie **in pericolo (EN)**.

Per il Lago di Garda dunque unico fattore di alterazione evidente da tenere sotto controllo è senza dubbio il processo di eutrofizzazione, i cui effetti, uniti all'azione sinergica dei cambiamenti climatici, potrebbero manifestarsi in fenomeni di proliferazione algale con tendenza a sviluppare popolamenti tossici (fenomeno peraltro già messo in evidenza negli ultimi anni) potenzialmente pericolosi sia per la fauna ittica sia per l'uomo. Opportuni interventi di riduzione degli apporti di fosforo a lago si rendono necessari per invertire o quantomeno arrestare il progressivo deteriorarsi della qualità delle acque, sia superficiali che profonde.

La comunità ittica del **LAGO MAGGIORE** è caratterizzata da una elevata ricchezza di specie. Nella zona litorale dominano il pesce persico e il rutilo, mentre il coregone bondella è la specie più presente nelle reti pelagiche. Da segnalare però la presenza del gardon anche nelle reti pelagiche posizionate nella regione meridionale del lago fatto che testimonia un comportamento tipico di questa specie durante le fasi di espansione, che spesso dopo aver colonizzato la zona litorale, riesce a spingersi anche nell'area pelagica.

Dal punto di vista faunistico il Verbano è quello in cui le specie alloctone contribuiscono maggiormente al catturato dal punto di vista del numero e della biomassa. Tra di esse il gardon è la specie più rappresentata, seguito dall'acerina. Entrambe sono state introdotte meno di 20 anni fa, ma dopo un periodo di assestamento hanno manifestato tutta la loro potenzialità invasiva. Da segnalare inoltre la presenza del siluro, oramai ben acclimatatosi lungo tutto l'asse nord-sud del lago. A fronte di questa situazione potenzialmente allarmante, occorre sottolineare che sono comunque presenti tutte le specie autoctone attese, fatto che lascia intravedere la possibilità che si sia raggiunto un equilibrio accettabile.

Certamente, pur consapevoli che non sia possibile una eradicazione di una specie alloctona insediata in un grande lago, è opportuno immaginare, qualora le densità specifiche andassero ad aumentare considerevolmente, misure specifiche come ad esempio campagne mirate di sfoltimento specifico o l'incentivazione del consumo alimentare di queste specie, che potrebbero rallentare la diffusione di una specie alloctona su larga scala e in ambienti grandi come il Lago Maggiore.

Tra i fattori di alterazione della comunità ittica sui quali è possibile agire, di concerto con tutte le autorità preposte, vi è quello relativo alla regolamentazione della pesca, sia professionale sia dilettantistica. Da un lato sarà opportuno adoperarsi per una revisione del regolamento di pesca anche tenendo conto delle indicazioni provenienti da questo studio (e magari supportando i dovuti approfondimenti), dall'altro sarà necessario aggiornare le misure minime di cattura di alcune specie ittiche, tra cui i grandi predatori come luccio o trota lacustre o lo stesso lucioperca (sebbene alloctono, ma molto interessante per la pesca commerciale), innalzandole rispetto a quanto presente nel regolamento di pesca.

Infine, aspetto senza dubbio da considerare tra le misure strutturali per mitigare fattori di alterazione generale della comunità ittica, è quello relativo alla connessione tra lago e immissari. Ancora oggi su molti dei più importanti immissari del Lago Maggiore (F. Toce, T. San Bernardino, T. San Giovanni, T. Giona) sono presenti briglie, salti, dighe che impediscono la naturale migrazione della fauna ittica, elemento fondamentale per il mantenimento naturale di queste specie, insieme al mantenimento di portate accettabili per lo svolgimento di tutto il loro ciclo biologico.

Tra tutti i grandi laghi della Lombardia, il **LAGO DI COMO** è quello che presenta la comunità ittica più equilibrata. La componente autoctona è decisamente ben rappresentata così come tutte le specie più importanti. Il Lario è, infatti, l'unico, tra i grandi laghi esaminati in questo progetto di monitoraggio, a collocarsi in stato ecologico "elevato" ai sensi del Lake Fish Index.

La comunità ittica è costituita da un elevato numero di specie e sono presenti tutte le specie più significative, sia pelagiche che litorali. La componente autoctona è ben rappresentata e compare una sola specie alloctona di introduzione recente, il rutilo. Dal punto di vista faunistico va fatta notare la discreta abbondanza del pigo, specie endemica del bacino de Po ed inserita tra le specie da tutelare a livello Europeo.

Complessivamente, dunque, non si intravedono importanti segnali di alterazione, frutto probabilmente di una attenta gestione della fauna ittica e della pesca, nonché di un miglioramento della qualità delle acque avvenuto negli ultimi 15 anni. Si consiglia comunque di non abbandonare le buone pratiche intraprese e continuare la seria politica gestionale attuale. In particolare, si suggerisce uno sforzo, per quanto possibile, verso azioni che consentano miglioramenti della qualità delle acque, specialmente nel ramo della città di Como, ancora parzialmente interessata dal fenomeno dell'eutrofizzazione.

Il **LAGO D'ISEO**, tra tutti i grandi laghi della Lombardia è quello che maggiormente è interessato dal fenomeno dell'eutrofizzazione, fenomeno che in questo lago appare al limite della tollerabilità. Tuttavia, la comunità ittica nel suo complesso appare in discrete condizioni. Sono state catturate o comunque segnalate tutte le specie ittiche caratteristiche e la componente alloctona è relativamente ridotta sia in termini di specie che soprattutto di abbondanze relative; le sole specie a costituire una porzione importante del catturato sono, infatti, il rodeo amaro e il persico sole. Il numero di specie è elevato e sia la componente pelagica che quella litorale sono ben rappresentate.

Occorrerà senza alcun dubbio porre freno a questo processo di degrado delle acque come obiettivo prioritario, con azioni di contrasto al fenomeno dell'eutrofizzazione, se non si vorrà che si manifestino gli effetti peggiori non solo sulla fauna ittica (con la scomparsa delle specie più sensibili) ma anche sul generale stato di qualità dell'ecosistema, con ripercussioni anche sulle attività umane.

Come secondo obiettivo di miglioramento dello stato ecologico occorrerà continuare a migliorare la connessione ecologica tra lago e tributari, aspetto importante, come si è più volte ribadito per garantire il naturale mantenersi di specie ittiche migratrici, quali salmonidi o ciprinidi reofili che necessitano, integralmente o parzialmente, di trascorrere parte del loro ciclo vitale in acque correnti

Il **LAGO DI VARESE**, tra i grandi laghi campionati in questo progetto è quello che, insieme al Lago d'Iseo, senza dubbio soffre maggiormente il processo di eutrofizzazione. Pur essendo naturalmente un lago tendente alla meso-eutrofia, attualmente si trova in uno stato complessivamente ancora critico da questo punto di vista. La comunità ittica pur mantenendo una certa naturalità mostra segni evidenti di squilibrio funzionale con una dominanza di specie planctivore o tutt'al più zoobentivore, elemento comune e unificante i laghi eutrofici. Certamente però un rafforzamento della componente a predatori e principalmente il luccio, sarebbe necessaria per contenere l'eccessivo svilupparsi di popolamenti a ciprinidi che contribuiscono a deteriorare la qualità delle acque attraverso l'impatto sulla componente zooplanctonica.

Inoltre, la componente alloctona è particolarmente presente sebbene non ancora così dominante come nel Lago Maggiore. Pur in questa situazione decisamente critica, è stata riscontrata una buona presenza delle specie ittiche chiave (luccio, tinca, scardola), forse grazie anche ad una elevata diversità di habitat lungo la fascia litorale. Le specie ittiche chiave sono tutte presenti e complessivamente sembrano in discreto stato. L'abbondanza di pesce persico quale rilevata dal campionamento con reti bentiche è un aspetto tipico di laghi in queste condizioni di trofia, insieme alla presenza piuttosto importante dei ciprinidi quali la scardola. È, dunque, sullo stato trofico che occorre agire per contribuire a migliorare gli equilibri complessivi della comunità ittica nel lungo periodo.

Per questa comunità ittica dunque il principale fattore di alterazione rimane l'eccessiva quantità di nutrienti presenti nelle acque, anche a seguito di rilascio dai sedimenti durante il periodo di stratificazione estiva, quando le condizioni anossiche presenti negli strati profondi determinano il rilascio di fosforo nella colonna d'acqua successivamente reso disponibile a tutto il comparto durante la destratificazione autunnale.

In sintesi, si considera prioritario perseguire l'obiettivo da un lato di migliorare la comunità ittica stessa e le specie autoctone più importanti quali il luccio, dall'altro compiere un ulteriore e significativo passo in avanti per il miglioramento della qualità delle acque. Per fare ciò occorrerà rivedere in chiave migliorativa il sistema di collettamento fognario e di depurazione delle acque e la rete di scarichi puntiformi non veicolati alla depurazione ancora presenti lungo il perimetro del lago.

Il Lago di Varese, dunque, a dispetto di uno stato ecologico buono (almeno per quanto riguarda la fauna ittica), deve rimanere un sorvegliato speciale, da monitorare con attenzione nel prossimo futuro.

La comunità ittica del **LAGO D'IDRO** nel suo complesso appare in discrete condizioni. Sono state catturate o comunque segnalate tutte le specie ittiche caratteristiche e il numero di specie alloctone è relativamente contenuto.

In termini di composizione specifica, la comunità può essere considerata intermedia tra quella dei grandi laghi e quella dei laghi meno profondi. Sono presenti infatti specie tipicamente litorali ed euriterme accanto a specie stenoterme di acque fredde. Dal punto di vista faunistico, la componente autoctona è ben rappresentata sebbene sia da notare la presenza di alcune specie alloctone, tra le quali il piccolo rodeo amaro costituisce la porzione dominante.

Attualmente i fattori di alterazione più significativi sono da un lato l'eutrofizzazione delle acque, fenomeno che si va a sommare ad una condizione di meromissi molto accentuata (e cioè la presenza di uno strato profondo che non si mescola al resto delle acque), e dall'altro la presenza di una certa frammentazione lungo i tributari. Su quest'ultimi infatti sono presenti numerose briglie (già a pochi metri dal Lago stesso) che inevitabilmente alterano i normali processi migratori dei pesci.

Sarà dunque necessario affrontare questi problemi nelle dovute sedi e con il necessario sostegno scientifico per apportare dei miglioramenti significativi e per contribuire a ridurre l'impatto che questi fattori di alterazione inevitabilmente hanno sulla comunità ittica.

La comunità ittica del **LAGO DI MEZZOLA** non presenta significativi segnali di alterazione. Complessivamente è in buono stato e si pone, all'interno delle comunità ittiche indagate, tra quelle con il minor numero di specie alloctone e dunque con il più elevato grado di naturalità. La tipologia di lago, la presenza di una vasta area a canneto, la ridotta urbanizzazione lungo le sue sponde lo rendono a tutti gli effetti un lago poco impattato. Tra gli aspetti che però è necessario sottolineare e che devono essere oggetto di indagini future è l'assenza dell'agone dal catturato, aspetto non trascurabile. Questa specie, storicamente segnalata nel lago non è stata catturata in alcun modo, lasciando immaginare che vi possano essere meccanismi particolari a cui legare la sua presenza nel lago, quali ad esempio migrazioni dal vicino Lago di Como più che uno stabile permanere nelle acque del Mezzola. In effetti, anche a detta dei pescatori di mestiere, la presenza dell'agone nelle acque del lago è altalenante: in alcuni anni se ne catturano diversi e di dimensioni differenti, in alcuni anni soltanto adulti di dimensioni generose, in altri anni neppure uno.

Complessivamente dunque, a parte questo aspetto singolare, la comunità ittica è abbastanza equilibrata e appare ben strutturata. Molto interessante è la componente di interesse faunistico. Infatti, risultano presenti e in percentuali significative, sia il pigo che il triotto, specie endemiche del bacino padano, in altri laghi quasi completamente scomparse.

Un occhio di riguardo però andrà comunque posto nei riguardi degli impatti antropici, tra cui per primo quello degli input di nutrienti provenienti dall'area perilacuale così come dal reticolo idrografico. In un lago di queste dimensioni, anche minimi apporti di nutrienti nelle acque di scarico non depurate, possono causare un significativo degrado delle acque.

Un altro aspetto di cui tenere conto, che al momento non appare particolarmente importante, ma che potrebbe in futuro giocare un ruolo determinante nel modellare la comunità ittica è la pressione di pesca. In un lago così piccolo, si possono manifestare fenomeni di sovrapesca sulle specie target decisamente

importanti anche in brevissimo tempo. Occorrerà dunque, anche alla luce dei suggerimenti forniti dal presente studio, tenere monitorato l'andamento della pesca di mestiere e del catturato nei prossimi anni.

10.8 PRINCIPALI FATTORI DI ALTERAZIONE

Al di là di fluttuazioni temporanee nella consistenza delle singole classi di nascita, determinate da fattori ambientali che condizionano temporaneamente il successo riproduttivo di una specie, la struttura di popolazione è prevalentemente determinata da fattori che agiscono in modo costante nel medio-lungo periodo, modellando le singole classi di nascita e dunque la popolazione nel suo complesso.

L'habitat acquatico comprende, infatti, molte componenti la cui integrità risulta indispensabile per il sostentamento di una comunità ittica in salute. Il degrado delle acque si riflette sulla comunità ittica, in particolare sulle specie di maggior pregio economico e valore naturalistico, riducendo sia il successo della riproduzione naturale sia la disponibilità di habitat idonei per i pesci.

Tra fattori di alterazione più importanti vi sono:

Fenomeni di alterazione della qualità delle acque

- Alterazione delle caratteristiche trofiche del corpo idrico, attraverso l'arricchimento in nutrienti (e in sostanze organiche), che scatena il fenomeno dell'eutrofizzazione, in grado di rendere del tutto inospitali le acque di un lago a specie sensibili e poco tolleranti.
- Cambiamenti climatici e le variazioni sul lungo periodo della temperatura delle acque, che condizionano la produttività del corpo idrico, i flussi di energia e materia favorendo un più veloce trasferimento dell'energia dai livelli trofici inferiori a quelli superiori, e dunque mimando l'effetto dell'"eutrofizzazione".
- Contaminazione delle acque e del comparto biotico con inquinanti organici persistenti (POPs *Persistent Organic Pollutants*)

Fenomeni di artificializzazione dell'ecosistema

- Riduzione della connettività lago-tributari, aspetto fondamentale per il mantenimento di uno stock naturale di specie migratrici obbligate (quali i salmonidi ad esempio) o per la variabilità genetica di specie migratrici facoltative (molti ciprinidi come il cavedano, la savetta, o la stessa bottatrice).
- Alterazione degli habitat di riva (canneto) e delle aree riproduttive e di nursery, mediante semplificazione degli habitat emersi e sommersi.
- Alterazione del regime idrologico che condiziona l'andamento dei livelli delle acque dei laghi e/o le portate dei tributari, alterando morfologicamente le aree riproduttive o di nursery.

Fenomeni di alterazione biologica

- Eccessiva competizione o predazione legate alla diffusione di specie alloctone "nocive" ad elevato impatto, quali ad esempio il siluro e l'acerina.
- Predazione eccessiva esercitata dagli uccelli ittiofagi.
- Pesca selettiva che può condurre addirittura all'estinzione di una specie a causa della riduzione del suo stock effettuato attraverso un prelievo eccessivo (in termini di taglia di cattura rispetto alle caratteristiche biologiche della specie stessa, oppure in termini di biomassa, eccessiva rispetto alle caratteristiche biogeniche del corpo idrico).

Per quanto riguarda i laghi lombardi, come già sottolineato, non si denotano fattori di criticità eccessivamente elevati. Tuttavia alcuni appunti per una riflessione e azioni di approfondimento future devono essere fatti.

Accanto a fattori di alterazione più generale, descritti nei paragrafi seguenti, è utile ricordare altri fattori altrettanto importanti di cui occorre tenere conto nella gestione dei laghi della Lombardia. In questo lavoro è stata particolarmente approfondita la gestione della pesca e soprattutto l'identificazione di modalità di prelievo compatibili con le caratteristiche biologiche delle specie (WP2). È un approccio corretto e le informazioni ricavate andranno aggiornate nel corso degli anni con una certa regolarità al fine di garantire dovuti aggiustamenti e rimodulazioni, alla luce delle mutate condizioni ambientali e delle popolazioni ittiche. Uno spunto di azione per il prossimo futuro sarà quello di rivedere in chiave di pesca sostenibile anche la **regolamentazione della pesca dilettantistica**, talora considerata ininfluyente rispetto agli impatti sulla popolazioni ittiche. Senza entrare troppo nei dettagli, occorrerà ad esempio garantire una maggior tutela dei grandi predatori di interesse sportivo quali trota lacustre e luccio, a volte penalizzati da misure minime che non garantiscono la sostenibilità del prelievo. Oramai sono numerosi gli studi effettuati su queste specie e tutti indicano come nei grandi laghi, essendo di norma i tassi di accrescimento più elevati, sia utile impostare misure minime di prelievo differenti rispetto a quelle in uso sui corsi d'acqua.

10.8.1 ALTERAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

10.8.1.1 FENOMENO DI EUTROFIZZAZIONE

La buona qualità dell'acqua è una condizione indispensabile per la sopravvivenza delle comunità ittiche e nessun intervento di gestione ittica potrà sortire effetti positivi in un ambiente che non presenti i requisiti minimi in termini qualitativi per la sopravvivenza dei pesci.

Diffuso è il fenomeno dell'eutrofizzazione, indotto a seguito dell'eccessiva presenza di sostanze inquinanti, provenienti da reflui di origine urbana, industriale o agricola, che può determinare effetti deossigenanti, eutrofizzanti, tossici, fisici e di contaminazione microbiologica o di scarichi di acque ad elevata temperatura (industriali o di centrali termoelettriche) in grado di alterare il regime termico. Questi effetti a volte possono essere di entità tale da non permettere ai Salmonidi di occupare tali fasce o addirittura da determinare imponenti morie di fauna ittica qualora la zona anossica si estenda agli strati superficiali. L'abbondante crescita di *periphyton* sul substrato, conseguente al fenomeno di eutrofizzazione, inficia inoltre il successo riproduttivo delle specie a deposizione litofila. Tuttavia, le acque lacustri lombarde stanno subendo un lento processo migliorativo.

Dal punto di vista dei livelli trofici, se da un lato alcuni laghi, quali il L. Maggiore e il L. di Como hanno messo in evidenza un progressivo miglioramento della qualità delle acque e di passaggio da una situazione di eutrofia ad una di oligotrofia (Lago Maggiore) o mesotrofia (Lago di Como), altri invece, come il Lago di Garda, continuano a mostrare segnali preoccupanti di incipiente eutrofizzazione o come il Lago di Iseo permangono in condizioni trofiche elevate.

Entrambe le condizioni (oligotrofia e eutrofia) portate agli eccessi sono deleterie per la fauna ittica, in special modo per quella ritenuta "di qualità": nel caso di una eccessiva oligotrofia (ultraoligotrofia) si verifica una decisa riduzione della produttività ittica, mentre nel caso opposto, ossia in condizioni di eutrofia, si manifesta sempre di più un passaggio ad una fauna ittica di scarso valore e qualità, non solo specifici ma anche organolettici.

10.8.1.1.1 INDICAZIONI GESTIONALI

I grandi laghi lombardi sono naturalmente oligotrofi/mesotrofi, ma ipotizzare un ritorno *tout court* a questa condizione potrebbe essere addirittura controproducente, in termini di produttività ittica. Una soglia pari a 12-15 µg/l di fosforo totale nelle acque potrebbe essere accettabile per garantire una discreta produttività ittica e un'altrettanto accettabile qualità complessiva delle acque. Ulteriori aumenti di trofia non sono, invece, consigliabili né auspicabili, perché vedrebbero instaurarsi controproducenti fenomeni sinergici con il riscaldamento climatico, conducendo a possibili situazioni sfavorevoli quali fioriture di alghe tossiche, fenomeni di anossia delle acque, scomparsa di specie sensibili.

10.8.1.2 CONTAMINAZIONE DA POP

Per POP si intendono inquinanti organici persistenti, ovvero sostanze chimiche molto resistenti alla decomposizione e che possiedono alcune proprietà tossiche.

Nel 1996 è stata rilevata una presenza significativa di DDT (DicloroDifenil Tricloroetano) nell'ecosistema lacustre del Lago Maggiore, collegabile alla massiva produzione dell'insetticida operata da un'industria chimica a Pieve Vergonte (VB). A causa dei processi di bioconcentrazione e biomagnificazione, la maggior parte delle specie ittiche di interesse commerciale ha raggiunto valori di concentrazione nel muscolo più alti di quelli ammessi dalla legislazione italiana, fissati con un'Ordinanza Ministeriale del 18 luglio 1990, che stabilisce che le quantità massime tollerabili di DDT ed isomeri (DDE - Diclorodifenildicloroetilene e DDD - Diclorodifenildicloroetano) sono 0,05 mg/Kg per pesci con contenuto di grasso inferiore a 5% e 0,1 mg/Kg per pesci con contenuto di grasso compreso tra 5% e 20%. Tali limiti sono stati riportati nel Decreto del Ministro della Sanità del 19 maggio 2000, che recepisce le direttive comunitarie 97/41/CE, 1999/65/CE e 1999/71/CE, riguardante i limiti massimi di residui di sostanze attive dei prodotti fitosanitari tollerati nei prodotti destinati all'alimentazione.

Relativamente alle concentrazioni in acque superficiali del pesticida e dei suoi metaboliti, il Decreto 6 novembre 2003, n. 367 fissa come obiettivo da raggiungere entro il 2008 una concentrazione di DDT e di DDE pari a 0,2 ng/l, e di DDD pari a 0,3 ng/l, mentre come obiettivo da raggiungere entro il 2015 una concentrazione di DDT e di DDE pari a 0,02 ng/l, e di DDD pari a 0,03 ng/l.

Le indagini sul comparto ittico sono state svolte con frequenza stagionale e hanno riguardato le seguenti 7 specie ittiche: lavarello, bondella, agone per la zona pelagica e tinca, scardola, cavedano e pesce persico per quella litorale del Lago Maggiore, sia per nella parte lombarda che in quella piemontese. Da quando questo composto è stato ritrovato nell'ecosistema lacustre in concentrazioni significative, la produzione di DDT di Pieve Vergonte è stata interrotta con Ordinanza del Ministero dell'Ambiente del 17 giugno 1996; oggi la fabbrica è stata chiusa definitivamente e gli impianti di produzione smantellati. Ciò nonostante, la permanenza di DDT e dei suoi derivati nel lago, risulta ancora significativa a causa della risospensione dei sedimenti lacustri, nei quali questo composto lipofilo si è accumulato, e del dilavamento dei suoli industriali storicamente inquinati in occasione di precipitazioni intense con conseguente trasporto al lago, oltre che della lentezza di degradazione del DDT e dei suoi derivati (Calderoni *et al* 2000 in De Bernardi & Calderoni, 2005). Le maggiori concentrazioni di DDT si riscontrano nelle specie più ricche di grassi, come l'agone, e negli individui più vecchi e di grande taglia, che hanno potuto accumulare per più tempo il contaminante (CNR-ISE Sede di Verbania, 2007c).

10.8.1.2.1 INDICAZIONI GESTIONALI

Alla luce dei risultati delle analisi di cui sopra, con Decreto della Direzione Generale Agricoltura della Regione Lombardia 15 marzo 2005, n. 3989 è stata revocata la sospensione cautelativa all'utilizzo a scopo alimentare umano delle specie ittiche del Lago Maggiore tranne l'agone, di cui **permane il divieto di pesca**

dell'agone nel Verbano conseguente all'emergenza DDT, ai sensi dell'ordinanza n. 04/14 del 30 giugno 2014 del commissario per la pesca italo-elvetico.

Anche i tenori di PCBs (BifeniliPoliClorurati), pur essendo indicativi di una contaminazione avvertibile, restano nella norma. L'osservazione dei valori di concentrazione di PCB-DL (PCB Diossina simili) rilevati nel corso delle indagini del 2010 ha permesso di riscontrare, analogamente a quanto riscontrato in precedenza, che il muscolo di agone è più contaminato rispetto a quello di coregone (circa il triplo), ma sempre al di sotto della soglia di edibilità.

Come conseguenza della scoperta di contaminazione da **PCBs**, sul **Lago di Garda** è attualmente **invigore il divieto di pesca dell'anguilla (*Anguilla anguilla*)** sia professionale che sportivo-dilettantistica. Il divieto è stato adottato a titolo precauzionale a seguito dell'ordinanza ministeriale di divieto di immissione sul mercato e commercializzazione della specie dalle Province di Verona, Trento e infine Brescia. Con lo stesso provvedimento è stato disposto inoltre il divieto di trattenimento e detenzione sul luogo di pesca (inclusa l'imbarcazione e relativo sito di approdo) di esemplari di anguilla mentre i capi eventualmente catturati dovranno essere immediatamente liberati.

Parallelamente a questo progetto, Regione Lombardia ha promosso il "Piano di monitoraggio sanitario-ambientale della fauna ittica lombarda", condotto dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, facente parte del "Piano regionale di monitoraggio ambientale per la ricerca di diossine e altri contaminanti ambientali in alimenti di origine animale – anno 2013". Sulla base dei risultati che emergeranno da questo programma di monitoraggio ambientale regione Lombardia provvederà ad eventuali necessari provvedimenti.

10.8.2 ARTIFICIALIZZAZIONI

10.8.2.1 RIDUZIONE DELLA CONNETTIVITÀ LAGO-TRIBUTARI

La maggior parte dei corsi d'acqua tributari e immissari sono luogo di migrazione dei salmonidi ed altre specie lacustri (ad esempio la bottatrice). La presenza di manufatti invalicabili come dighe, chiuse, briglie e traverse comporta un'interruzione della continuità del corso d'acqua che impedisce alla fauna ittica i tipici movimenti migratori, a scopi sia trofici che riproduttivi.

Di fatto, la maggior parte delle specie ittiche ha l'esigenza di effettuare spostamenti per motivi di carattere trofico, legati alla ricerca del cibo, e/o per motivi di carattere riproduttivo, dettati dalla necessità di raggiungere siti idonei alla deposizione e schiusa delle uova e all'accrescimento dei primi stadi vitali, che generalmente sono i più delicati. Questi spostamenti possono avvenire nell'arco temporale di una giornata, di una stagione, di un anno o di più anni e compiersi nell'ambito del bacino idrografico, oppure da o per il mare (Nikolsky, 1993).

Quando le migrazioni comportano il passaggio dall'acqua dolce, ove si è realizzato l'accrescimento, all'acqua di mare, ove avverrà la riproduzione, si parla di specie catadrome, di cui la più nota è l'anguilla, che dai corsi d'acqua migra fino al Mar dei Sargassi, spostandosi per migliaia di chilometri. Nel caso in cui una specie, per riprodursi, risalga i corsi d'acqua dopo essersi accresciuta in mare, si parla di specie anadrome, alle quali appartengono ad esempio i salmoni (*Salmo salar*, *Oncorhynchussp.*) e gli storioni (*Husohuso*, *Acipenserspp.*). Oltre a questi grandi migratori in grado di percorrere migliaia di chilometri, numerose specie si spostano, spinte da esigenze diverse, per tratti più modesti, rimanendo all'interno del medesimo corso d'acqua o bacino idrografico. Un tipico esempio è quello delle trote (per la nostra Regione: trota marmorata e trota fario, che compiono brevi spostamenti nell'arco della giornata per raggiungere i siti di alimentazione, molto vicini alle zone di rifugio, mentre in estate ed in autunno, all'approssimarsi del periodo riproduttivo, effettuano spostamenti verso monte di maggiore entità e risalgono i fiumi per raggiungere aree

caratterizzate da parametri chimico-fisici e strutturali (torrenti e piccoli rii con acque relativamente basse e fondali ghiaiosi) favorevoli alla deposizione e incubazione delle uova. Altro esempio è quello della trota lacustre che, in periodo riproduttivo, risale gli immissari anche per lunghi tratti per raggiungere le zone di deposizione. In misura minore risalgono gli immissari alcuni Ciprinidi, quali il cavedano, la lasca, i barbi (per la nostra Regione: barbo comune, e barbo canino, l'alborella i quali, come tutti i Ciprinidi, prediligono per la frega il periodo primaverile-estivo, ma anche specie appartenenti ad altre famiglie quali il Gadide bottatrice.

Alla luce di questo, risulta evidente che l'interruzione di un corso d'acqua, oltre a comportare alterazioni di tipo strutturale, tali a volte da comprometterne la stessa vocazionalità dell'ambiente acquatico, costituisce sicuramente un ostacolo spesso insormontabile per le migrazioni della fauna ittica. Ciò si può tradurre non soltanto in una limitazione delle possibilità di riproduzione o di accrescimento adeguato, e quindi della sopravvivenza, ma anche, a lungo termine, in una frammentazione della popolazione di una specie in gruppi isolati riproduttivamente, con conseguente diminuzione della variabilità genetica.

Nella realtà ambientale lombarda, la situazione della continuità ecologica degli ambienti acquatici risulta profondamente mutata nel tempo, in maniera sostanzialmente maggiore quanto più si scende verso valle. Considerata la sua importanza, tale argomento è stato approfondito nella **monografia "Misure di contrasto ai fattori di alterazione" in allegato.**

10.8.2.1.1 INDICAZIONI GESTIONALI

Gli interventi da realizzare per contrastare questo fattore di minaccia sono rappresentati fondamentalmente da opere di deframmentazione che prendono il nome di passaggi artificiali per pesci, ovvero dispositivi progettati in maniera tale da permettere alla fauna ittica di superare il dislivello altrimenti insormontabile. Questo argomento verrà approfondito nel sopraccitato allegato "Misure di contrasto ai fattori di alterazione".

Inoltre, la presenza di una portata che vari naturalmente all'interno dei tributari è un aspetto importante per garantire la continuità tra il lago e i suoi tributari. Al di là di fenomeni meteorologici improvvisi, di difficile previsione e gestione, quindi un'accurata regolamentazione dei prelievi a scopo idroelettrico e dei rilasci è necessaria per garantire sia nel breve che nel lungo termine un naturale svolgersi dei processi riproduttivi e una sopravvivenza dei giovani nati, prima di migrare a lago.

10.8.2.2 ALTERAZIONE DEGLI HABITAT DI RIVA

L'elevato grado di artificializzazione e degrado dei fondali lacustri ha portato a una banalizzazione ambientale e a una riduzione di habitat disponibili per il biota acquatico. L'artificializzazione delle rive, con la costruzione di darsene, banchine e spiagge, ha diminuito drasticamente la disponibilità sia di rifugi sia di habitat riproduttivo per le specie ittiche a deposizione litorale, che necessitano o di macrofite acquatiche (specie a deposizione fitofila come luccio e tinca) o di fasce con materiale ghiaioso (specie a deposizione litofila come alborella, coregone e agone).

In particolare, la riduzione delle zone litorali a canneto, a seguito dell'artificializzazione delle sponde, ha quindi contribuito ulteriormente e sensibilmente alla riduzione del popolamento di quelle specie ittiche il cui ciclo biologico è strettamente legato alle macrofite, come il luccio o la tinca.

Il canneto costituisce un habitat fondamentale per numerose specie animali, quale zona di sosta, rifugio, nidificazione, oltre che di sostentamento. Trattandosi di una fascia ecotonale tra l'ambiente acquatico e quello terrestre esso ospita una diversità di specie molto elevata. Esso, infatti ospita numerose specie di pesci, di uccelli legati all'ambiente palustre, anfibi e rettili.

In particolare per l'ittiofauna, il canneto risulta una zona indispensabile per la riproduzione di alcune specie ittiche come carpa, tinca, scardola e luccio e in misura minore del pesce persico. Le aree di canneto offrono, infatti, habitat idonei alla deposizione delle uova e alla funzione di vera e propria nursery per il novellame di

alcune specie ittiche e anfobie, nonché allo sviluppo dei primi stadi vitali di quasi tutte le specie ittiche litorali e alla nidificazione di numerosi uccelli acquatici. Inoltre, fornisce cibo a invertebrati, pesci e uccelli acquatici.

Esso inoltre è l'habitat preferito per buona parte delle specie legate alla zona litorale nella quale trovano rifugio dai predatori. Anche abili pescatori come i cormorani o gli svassi riscontrano notevoli difficoltà nel predare all'interno di un canneto a causa delle difficoltà nel nuoto in un ambiente notevolmente intricato.

La fascia del canneto ha anche un ruolo importante non solo per le comunità biologiche, ma anche per la prevenzione e riduzione dell'erosione delle sponde lacustri, grazie alla stabilizzazione dovuta alle radici e alla dissipazione dell'energia legata al moto ondoso e alla corrente. Infine, esso svolge una naturale depurazione delle acque, mediante la filtrazione e l'assorbimento a livello radicale, dei nutrienti e degli altri potenziali inquinanti contenuti nelle acque di dilavamento che afferiscono dal bacino imbrifero al lago.

Considerando la sua natura di biotopo litorale, lo stato di salute del canneto è fortemente dipendente dal livello del corpo idrico (criticità trattata al punto precedente). La sua rilevante importanza ecologica e naturalistica determina l'esigenza di conservare e preservare tale ambiente e dunque la necessità di valutare attentamente gli effetti che l'eventuale mantenimento di livelli eccezionali del corpo lacustre potrebbe provocare su di esso. In particolare, il fatto di lasciare sommerse le macrofite che compongono il canneto per tempi eccessivamente prolungati potrebbe determinare la loro marcescenza e dunque la loro mancata funzionalità ecologica; allo stesso risultato condurrebbe il prosciugamento prolungato della fascia di canneto che, qualora fosse, per esempio, lasciato in asciutta nel momento riproduttivo del luccio, determinerebbe anche la degradazione delle uova deposte sulle foglie e sui fusti rimasti a secco e/o delle larve ecclose, ancora aggrappate alle piante, per i loro primi giorni di vita.

10.8.2.2.1 INDICAZIONI GESTIONALI

Un aspetto che dovrà essere ulteriormente rafforzato in futuro è quello relativo agli interventi a garanzia della diversità degli habitat acquatici (riva e sublitorale) nel caso in cui la situazione naturale sia stata eccessivamente compromessa. È, infatti, dimostrato che la diversificazione degli habitat apporta notevoli vantaggi alla comunità ittica, favorendo un aumento della diversità, sia in termini specifici, sia di disponibilità alimentari a tutti i livelli. In tal senso, questo argomento verrà approfondito nella sopracitata **monografia "Misure di contrasto ai fattori di alterazione"**, nello specifico nell'allegato "Misure di miglioramento dell'habitat".

10.8.2.3 ALTERAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO

Un aspetto fondamentale per la tutela della fauna ittica è relativo ai **livelli lacustri e delle portate dei tributari**. Quasi tutti i nostri laghi sono soggetti almeno potenzialmente, per finalità idroelettriche o irrigue, a significative variazioni di livello, sia positive che negative. Ciò può condurre ad effetti negativi sull'ittiofauna, come ad esempio al prosciugamento dei letti di frega o all'eccessiva esposizione di larve e giovani a riscaldamento o predazione a causa della perdita di rifugi. Specie a deposizione litofila litorale come il lavarello, l'alborella e l'agone, o a deposizione fitofila come la tinca e il luccio sono senza dubbio soggette a pressioni idromorfologiche di questo tipo. Esse, infatti, depongono le loro uova nelle acque basse in prossimità della riva, ossia in zone particolarmente vulnerabili al rischio di asciutta nel caso di abbassamento improvviso di livello delle acque del lago, influenzando dunque a distanza di tempo la densità di popolazione di tali specie.

10.8.2.3.1 INDICAZIONI GESTIONALI

La possibilità che la frega di queste specie, peraltro di rilevante interesse alieutico, sia compromessa parzialmente o interamente dalla regolazione artificiale del livello dei laghi dipende da diversi fattori, quali:

- il momento in cui avviene l'abbassamento di livello: è evidente infatti che il periodo a rischio è quello in cui avviene la riproduzione delle specie interessate (inverno per il coregone, primavera-estate per l'alborella e l'anguilla) e dura fino al termine dell'incubazione delle uova sul fondo, al termine del quale avviene la schiusa e le larve possono nuotare liberamente;
- l'entità dell'escursione di livello in rapporto alla profondità cui sono state deposte le uova;
- la pendenza della riva utilizzata per la frega: a parità di diminuzione di livello infatti la perdita di superficie bagnata sarà tanto maggiore quanto più aggradato è il profilo della stessa.

Pertanto un'accurata futura gestione dei corpi idrici lombardi dovrebbe prevedere un'attenta analisi dei livelli e una impostazione della loro regolazione tenendo conto anche delle esigenze delle specie ittiche.

10.8.3 FAUNA ITTICA ALLOCTONA

Infine, senza farne a tutti i costi motivo di allarmismo, un occhio di riguardo si dovrà avere nei confronti dell'evoluzione della **comunità ittica alloctona**, il cui impatto se da un lato è a volte esageratamente enfatizzato, dall'altro deve essere monitorato per evitare fenomeni di eccessiva proliferazione, che, se pur temporaneamente, possono determinare effetti negativi sulla comunità autoctona e sul funzionamento ecosistemico.

L'immissione volontaria di specie alloctone può avvenire per motivi diversi:

- a scopo alieutico, per rispondere alle esigenze e richieste dei pescatori sportivi;
- a scopo commerciale per i pescatori di professione;
- per l'allevamento;
- come specie d'interesse per l'acquariologia;
- per interventi di biomanipolazione o controllo biologico.

Un esempio felice di introduzione volontaria è, invece, la semina di coregoni nelle acque lacustri lombarde: dagli inizi del Novecento ad oggi il coregone si è perfettamente acclimatato, senza aver intaccato la fauna ittica indigena, e costituendo anzi, una risorsa economica locale molto importante.

La gambusia (*Gambusia holbrooki*), per esempio, originaria della costa orientale degli Stati Uniti, fu introdotta nell'Italia Nord-Orientale negli anni '20 per la lotta contro i vettori della malaria, in quanto gli individui di tale specie si nutrono delle larve di zanzara responsabili della trasmissione all'uomo di *Plasmodium*, agente eziologico della malattia (Gandolfi *et al.*, 1991).

La carpa erbivora (*Ctenopharingodon idella*) venne introdotta volontariamente in Italia circa vent'anni fa come agente di controllo biologico della vegetazione acquatica infestante (*Elodea canadensis*), causando però, in casi estremi, la contemporanea eradicazione di piante acquatiche autoctone, alimento ed anche substrato riproduttivo per pesci appartenenti alla nostra fauna.

L'introduzione di una specie esotica comporta uno squilibrio all'interno dell'ecosistema in cui entra a far parte, che dipende dalle caratteristiche autoecologiche della specie introdotta e dalle interazioni che essa instaura con gli altri organismi dell'ecosistema esistente. Gli effetti dell'introduzione di una specie esotica possono essere così sintetizzati (Parco del Ticino, 2007):

- **Predazione.** Numerosi sono i casi in cui si instaura un'interazione del tipo preda-predatore tra la specie alloctona e le specie indigene. Non si tratta solo di predazione diretta da parte delle specie esotiche ittiofaghe, di cui l'esempio più eclatante è sicuramente quello del siluro che allo stadio adulto è prettamente ittiofago, ma anche di predazione rivolta a uova e avannotti, come accade per il persico sole e il pesce gatto.

- **Competizione.** Questo tipo di interazione si stabilisce quando due specie utilizzano la stessa risorsa, disponibile nell'ambiente in quantità limitata. Spesso sono proprio le specie autoctone a soccombere a vantaggio delle specie alloctone, che si rivelano essere più rapide e efficienti nell'usufruire delle risorse. Non esiste solo la competizione trofica, ma anche una competizione di tipo territoriale, che si stabilisce quando due individui utilizzano i medesimi siti per la riproduzione o per il rifugio.
- **Ibridazione.** Un altro problema che può insorgere quando una specie esotica viene introdotta in un nuovo ambiente è l'ibridazione con individui congeneri e non; questo accade quando due forme ittiche isolate riproduttivamente, vengono a contatto, riproducendosi, ibridandosi e dando origine a prole feconda. I pesci sono il gruppo faunistico in assoluto più afflitto dal problema dell'ibridazione, fenomeno che spesso contravviene alla definizione canonica di ibridazione: "incrocio fra individui di specie diverse, che danno origine a prole non feconda". Non entrando in merito allo spinoso ed irrisolto problema della definizione di "specie", in questo contesto è necessario ribadire la grave minaccia derivante dall'ibridazione per la perdita delle connotazioni sito-specifiche delle popolazioni autoctone. Le conseguenze di tale fenomeno sono la perdita di un determinato corredo genico, definito "puro", e la nascita di una popolazione di individui ibridi scarsamente vitale, poiché caratterizzata da un genotipo non selezionato per quel dato ambiente e quindi incapace di rispondere adeguatamente ad eventuali variazioni ambientali. Casi recenti di ibridazione sono riferibili all'incrocio tra il gardon e le due specie congeneri pigo e triotto. Questa ibridazione tra le specie è favorita dal fatto che il periodo riproduttivo del gardon si sovrappone in parte sia a quello del pigo che a quello del triotto; le conseguenze sono gravi soprattutto per il pigo che sappiamo versare in pericolo d'estinzione locale, poiché presenta popolazioni ridotte e con corredo genico scarsamente variabile, quindi popolazioni destinate all'estinzione.
- **Modificazioni ambientali.** Come già accennato alcune introduzioni sono state effettuate volontariamente per un controllo biologico di fattori ambientali dannosi per le nostre acque. Esempio particolarmente noto è quello dell'introduzione della carpa erbivora, specie originaria dell'Asia orientale, chiamata a contrastare l'invasione di idrofite alloctone invasive, ma che, immessa in quantità eccessiva, può alterare totalmente lo stato dell'ambiente. In alcuni casi essa ha distrutto la copertura macrofita e algale dei luoghi ove era stata introdotta, con l'immediata conseguenza della perdita di siti di rifugio e di riproduzione per alcune specie autoctone e, secondariamente, sovraffollamento di pesci (Delmastro, 1986).
- **Patologie e parassiti.** In alcuni casi le specie esotiche si possono anche rivelare veicoli di patologie e parassiti sconosciuti, che possono avere effetti devastanti sulla fauna autoctona, incapace di rispondere e reagire adeguatamente a tali nuovi pericoli. Gli esempi purtroppo non mancano: con l'arrivo della carpa erbivora è stata introdotta una nuova specie di cestode (Delmastro, 1986); anche la presenza del cobite esotico in acque interne italiane è preoccupante per il ruolo che potrebbe avere nella diffusione di parassitosi, con potenziali rischi anche per l'uomo, già accertati in Australia per il Platelmina monogeneo *Gyrodactylus macracanthus* (Razzetti, 2000).

Per approfondire l'argomento "esotici", di seguito si riporta l'elenco delle specie alloctone di recente e di storica introduzione catturate nell'ambito dei censimenti ittici della macroattività 1 sui 7 laghi in oggetto.

Specie	Laghi in cui è stata campionata						
	Garda	Maggiore	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
Acerina		X					
Gardon		X	X		X		
Lucioperca		X	X		X		X
Pseudorasbora	X						
Rodeo amaro	X	X		X		X	X
Siluro		X			X		

Tabella 35. Specie alloctone di recente introduzione catturate nell'ambito dei censimenti ittici della macroattività 1 sui 7 laghi in oggetto

Specie	Laghi in cui è stata campionata						
	Garda	Maggiore	Como	Iseo	Varese	Idro	Mezzola
Carassio	X	X	X	X	X	X	X
Carpa	X		X	X		X	
Bondella		X	X				
Lavarello	X	X	X	X			X
Gambusia					X		
Persico sole	X	X	X	X	X	X	X
Persico trota	X			X	X	X	
Pesce gatto	X	X	X		X		
Salmerino alpino			X	X			X
Trota iridea		X					X

Tabella 36. Specie alloctone di storica introduzione catturate nell'ambito dei censimenti ittici della macroattività 1 sui 7 laghi in oggetto

Di Seguito si riportano le carte d'insieme relative alla composizione in autoctoni e alloctoni dei campioni raccolti per ciascuno dei 7 laghi in oggetto. Il lago in cui la componente alloctona di recente introduzione appare maggiormente diffusa è il Lago Maggiore, nel quale tale componente è quasi interamente attribuibile al **gardon**, specie, che costituisce quasi il 40% del campione totale in termini numerici, e in misura minore all'acerina, abbondante soprattutto nel campione del basso lago. Anche nel Lago di Varese, la componente alloctona risulta piuttosto diffusa, soprattutto in relazione all'abbondanza del gardon, del pesce gatto, del persico sole e del lucioperca.

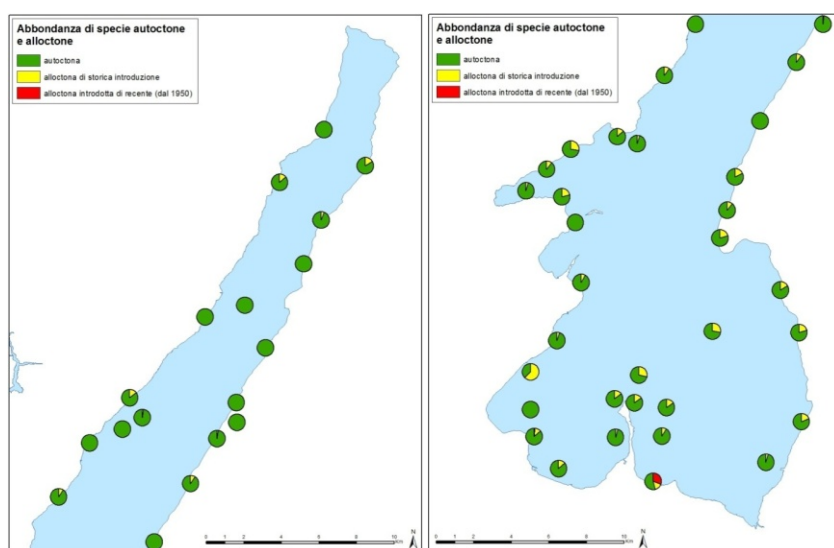


Figura 98. Abbondanze % di alloctoni nell'alto Lago di Garda (sx) e basso Lago di Garda (dx)

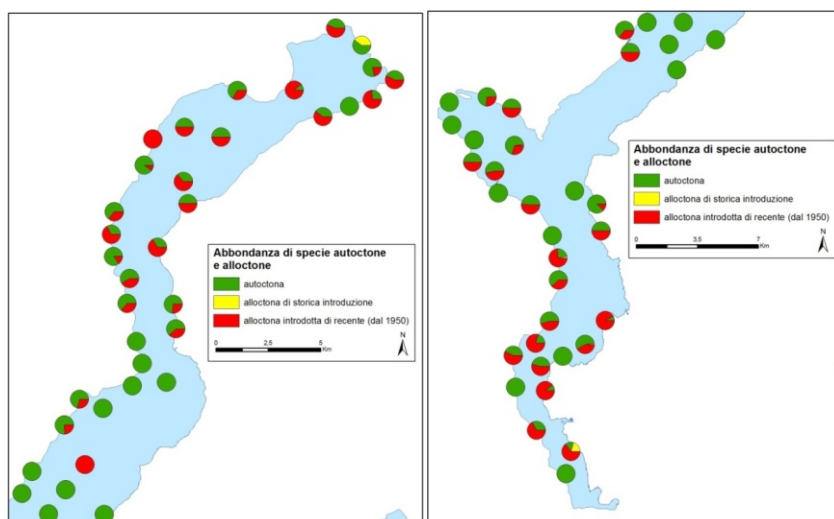


Figura 99. Abbondanze % di alloctoni nell'alto Lago Maggiore (sx) e basso Lago Maggiore (dx)

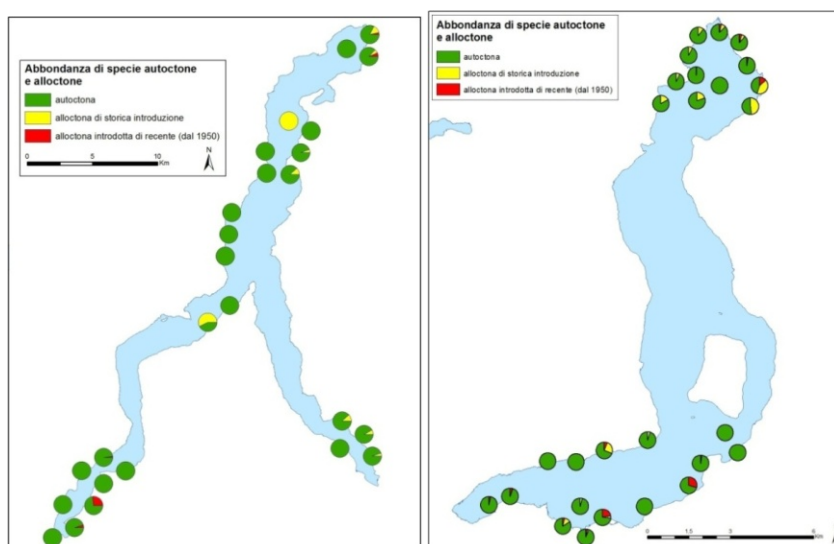


Figura 100. Abbondanze % di alloctoni nel Lago di Como (sx) e nel Lago d'Iseo (dx)

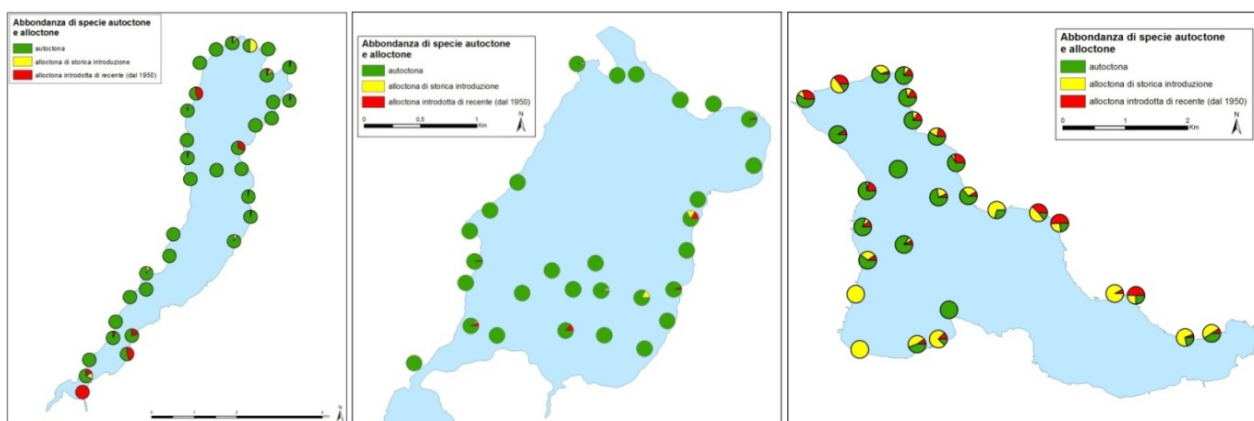


Figura 101. Abbondanze % di alloctoni nel L. d'Idro (in alto sx), nel L. di Mezzola (in alto dx) e nel L. Di Varese (in basso)

Rispetto all'elenco di specie fornito dal PRPA della Regione Lombardia (Regione Lombardia, 2012), riportato nel capitolo precedente e che fornisce stime sulla base delle Carte Ittiche di Brescia (2004), Bergamo (2006) Varese (2001), dei dati del pescato forniti dalla Provincia di Como (2011) e dal CIP AIS (2010), nonché del parere dell'Amministrazione Provinciale di Como e del CNR (2004), nei laghi in studio non sono stati catturati l'Abramide (*Abramis brama*), la Carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idella*), segnalati come rari nel Maggiore, né il Salmerino di fonte (*Salvelinus fontinalis*), segnalato anch'esso come raro nel Mezzola.

Tra le specie alloctone di storica introduzione, in confronto ai dati PRPA, a differenza del carassio che è sempre presente, la carpa non è stata catturata nei Laghi Maggiore, Varese e Mezzola anche se ne è certa la presenza. La gambusia era segnalata nel Garda e nell'Iseo ma è stata catturata solo nel Varese. Il persico trota non è stato catturato nei Laghi Maggiore, Como e Mezzola dove invece è segnalato. Il persico sole è invece sempre presente e in aumento nell'Iseo e nel Varese. La trota iridea, segnalata solo nel Garda, ora è stata catturata con pochi esemplari nel Maggiore e nel Mezzola. Il salmerino alpino non è stato catturato nel Verbano dove invece era segnalato, mentre il pesce gatto non è stato campionato nell'Iseo e nell'Idro, nei quali era indicato come presente anche se raro.

Tra le specie alloctone di recente introduzione, la pseudorasbora e il rodeo amaro erano segnalati nel Maggiore e nel Como mentre se la prima è stata catturata solo nel Garda, il rodeo si è espanso nei laghi Garda, Iseo, Idro e Mezzola.

Il siluro, che era segnalato, è stato catturato con pochi esemplari solo nel Verbano e nel Varese. Per questa specie, tuttavia, si deve segnalare una tendenza netta alla sottostima da parte del metodo di campionamento, che pare non essere efficace per la cattura di questi pesci. Anche se non catturato, è importante sottolineare che il siluro è segnalato anche nel Lago di Garda e nell'alto Lago di Como, in corrispondenza della confluenza dell'Adda. Abbondante nell'Iseo e nel Varese, la specie risulta invece ancora assente nel Lago d'Idro.

I campionamenti condotti in tutti i laghi hanno portato solo alla cattura di 4 esemplari nel Verbano e di 2 nel Varese, evidenziando una ridotta efficacia del protocollo di campionamento nella cattura di questa specie. La specie, infatti, è segnalata nel Maggiore, nel Como, nell'Iseo, nel Garda e nel Varese, in quest'ultimo piuttosto diffuso. Occorre però dire che, nei grandi laghi, al momento non vi è una situazione di criticità tale da generare inutile sconcerto e preoccupazione. Rispetto alle comunità ittiche dei piccoli laghi o dei corsi d'acqua, quelle dei grandi laghi hanno una elevata capacità di resistenza alle invasioni di specie nuove, e, normalmente, dopo un periodo di espansione numerica, anche significativa (vedasi il gardon ad esempio), si innescano meccanismi di riequilibrio che coinvolgono fenomeni di controllo a feedback (quali parassitosi, riduzione di fecondità *etc*) tali da controllare l'espansione numerica della popolazione.

10.8.3.1 INDICAZIONI GESTIONALI

Tra le diverse specie alloctone quella che maggiormente deve essere presa in considerazione per la sua pericolosità nell'ambito della gestione della fauna ittica e degli ambienti lacustri lombardi è comunque il **siluro**, il cui contenimento, in tutte le forme possibili, deve essere portato avanti senza mezze misure. Questo argomento verrà approfondito nella sopracitata **monografia "Misure di contrasto ai fattori di alterazione"**, nello specifico nell'allegato "Lotta ai predatori invasivi: Rapporto siluro e Rapporto cormorano".

10.8.4 UCCELLI ITTIOFAGI

Negli ultimi vent'anni si è assistito ad un marcato incremento delle popolazioni di diverse specie di uccelli ittiofagi, sia a livello nazionale sia, più in generale, a livello europeo. In modo particolare, è stata registrata

una notevole espansione delle popolazioni di cormorano (*Phalacrocorax carbo sinensis*), svasso maggiore (*Podiceps cristatus*) e, in misura minore, di alcuni Ardeidi, come l'airone cenerino (*Ardea cinerea*). L'eccessiva predazione da parte di questi uccelli ittiofagi rappresenta un rilevante fattore di mortalità naturale di uova, larve e pesci.

In particolare, il **cormorano** esercita un'attività predatoria nei confronti della fauna ittica particolarmente intensa e preoccupante, nutrendosi quasi esclusivamente dei pesci che cattura immergendosi anche a diversi metri di profondità. Le specie ittiche gregarie, sia in lago che in fiume, sono quelle maggiormente predate, in quanto con esse sono sufficienti brevi periodi di caccia per ottenere un numero adeguato di prede. Generalmente gregario, forma spesso concentrazioni di centinaia o migliaia di individui. Durante le ore diurne è possibile osservare con maggiore frequenza individui isolati, mentre durante la notte gli individui tendono a riunirsi in posatoi comuni, che possono ospitare anche oltre 2.000 esemplari insieme (Baccetti *et al.*, 2002).

10.8.4.1 INDICAZIONI GESTIONALI

Tra le diverse specie di uccelli ittiofagi quella che desta maggiori preoccupazioni è il **cormorano**, il cui contenimento è già in atto in alcune province lombarde (Brescia, Como, Lecco, Pavia, Sondrio, Varese) che hanno sottoscritto il "Protocollo per il raccordo delle azioni di controllo selettivo del cormorano (*Phalacrocorax carbo*) 2011-2015". L'eventuale proseguimento di queste attività di controllo dovrà essere valutato sulla base dei risultati ottenuti in questi 5 anni di abbattimento selettivo e, qualora se ne dimostri l'ulteriore necessità, ripetuto o incrementato.

Questo argomento verrà approfondito nella sopracitata **monografia "Misure di contrasto ai fattori di alterazione"**, nello specifico nell'allegato "Lotta ai predatori invasivi: Rapporto siluro e Rapporto cormorano".

10.9 MISURE DI CONTRASTO AI FATTORI DI ALTERAZIONE

In questa sede si forniscono indicazioni relative alle azioni faunistiche e ambientali in grado di contrastare i fattori di alterazione individuati. Considerata l'ampiezza dell'argomento, viene fornita una monografia a sé stante, composta dai seguenti allegati:

- **Allegato I "Misure strutturali di deframmentazione"**. Per ognuno dei 7 laghi allo studio sono state individuate le principali frammentazioni dei tratti terminali degli immissari più importanti in un rapporto e quindi in una Carta tematica "Frammentazioni immissari", al fine di definire gli interventi prioritari per rendere nuovamente raggiungibili le più importanti aree riproduttive delle specie ittiche lacustri che depongono le uova in ambiente reofilo. È, infatti, ampiamente documentata l'importanza delle aree terminali (o anche poste decine di chilometri a monte, nel caso di immissari rappresentati da importanti fiumi di fondovalle) per la conservazione anche di specie ittiche lacustri, che in periodo pre-riproduttivo o riproduttivo risalgono tali acque alla ricerca delle aree di deposizione delle uova maggiormente idonee dal punto di vista idraulico-morfologico. Individuare tali frammentazioni nell'ottica di promuoverne la futura deframmentazione rappresenta l'avvio di una importante azione di tipo faunistico-conservazionistico per le specie ittiche lacustri, a beneficio anche della pesca professionale.
- **Allegato II "Misure di miglioramento dell'habitat"**. Recenti esperienze svolte principalmente sui laghi di Lugano, d'Iseo e di Como, hanno dimostrato l'importanza e l'utilità di creare habitat su fondali lacustri banali per incrementare la biomassa ittica e le aree riproduttive. A tal fine sono state individuate e cartografate le aree litorali più idonee per realizzarvi interventi di miglioramento dell'habitat (fascine, letti di frega...) per i 7 laghi in studio in un rapporto e quindi in una Carta tematica "Interventi di miglioramento dell'habitat lacustre".
- **Allegato III "Lotta a predatori invasivi: Rapporto Cormorano e Rapporto Siluro"**. Come descritto nel capitolo precedente, tra i diversi fattori di pressione sulle comunità ittiche lacustri vi sono due predatori particolarmente efficaci ed invasivi e potenzialmente dannosi: il Siluro e il Cormorano, per i quali è stato svolto un approfondimento in merito.
- **Allegato IV "Rapporto incubatoi e pesci da ripopolamento"**. Nell'ambito delle azioni faunistiche, tra gli interventi di sostegno diretto alle popolazioni ittiche lacustri di particolare importanza, vi sono i ripopolamenti ittici. Essi sono definiti dalle singole Province, e sono realizzati dalle stesse e dalle Associazioni di pescatori in base ai programmi di ripopolamento annuali. Le attività previste da questo progetto consentono di definire il quadro attuale delle comunità ittiche lacustri e di individuare quali specie abbiano maggiormente necessità o beneficio in relazione ai ripopolamenti. Per ogni lago sono state quindi individuate le eventuali specie ittiche per le quali il ripopolamento risulti necessario o molto utile, sia ai fini della pesca commerciale, sia a fini conservazionistici. Per le specie ittiche individuate è stata inoltre valutata l'attuale potenzialità degli incubatoi o piscicoltura da ripopolamento oggi a servizio del singolo lago per capire se le strutture stesse siano in grado di fornire tali pesci o se sia invece necessaria qualche altra struttura o attrezzatura. Particolare attenzione sarà data a specie "nuove", non prodotte tradizionalmente negli impianti di piscicoltura da ripopolamento, ma potenzialmente molto interessanti per gli scopi individuati, commerciali e conservazionistici.

Infine, il Piano di lavoro prevedeva la realizzazione di un approfondimento denominato **"Individuazione di sistemi dissuasivi per la deviazione dei pesci in presenza di turbine"**. Per mantenere la necessaria congruità nell'esposizione e nella trattazione delle varie tematiche, tale argomento è stato inserito all'interno del **"Rapporto finale WP3"**, ovvero nel rapporto finale di esposizione e commento dei risultati dell'attività 3 di "Monitoraggio dell'anguilla".

10.10 VALUTAZIONE DEL PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO

Il campionamento della fauna ittica in ambiente lacustre, così come nei grandi corsi d'acqua, e soprattutto l'analisi delle informazioni ricavate, richiede oltre che competenze specifiche, anche e soprattutto la capacità di riconoscere i limiti intrinseci di ogni metodologia di campionamento utilizzata. Infatti, un aspetto che normalmente non viene considerato quando ci si occupa del monitoraggio della fauna ittica nei corpi idrici è il fatto che non esiste, ad oggi, la possibilità di ottenere un quadro esatto della struttura della comunità, delle abbondanze specifiche e della stessa composizione specifica utilizzando un'unica metodologia di campionamento. Ogni metodo di campionamento, infatti, ha peculiarità proprie che unitamente alle caratteristiche stesse della fauna ittica (le cui differenze in termini di ecologia e biologia sono significative da specie a specie) lo rendono più efficace nella cattura di alcune specie piuttosto che altre, "viziando", o se si preferisce dipingendo di colori propri, il quadro che ne deriva. Solo unendo più metodi di campionamento è possibile "avvicinarsi" ad un quadro descrittivo verosimile. È compito dell'ittologo accorto affrontare con spirito critico i risultati ottenuti, ben sapendo che qualsiasi metodo utilizzato presenta pregi e difetti, vantaggi e svantaggi.

La rappresentatività dei risultati rispetto alle caratteristiche reali della comunità ittica dipende da molti fattori.

Innanzitutto lo strumento di cattura. Le reti ad esempio sono utilizzabili per la cattura delle specie più vagili, che, muovendosi, rimangono immagliate. Più è elevata la vagilità di una specie più è elevata la possibilità di incontrare la rete e rimanervi immagliata. Ad esempio, specie poco vagili come il luccio o tipicamente più litorali e bentoniche o associate a fitta vegetazione acquatica come l'anguilla e la tinca sono catturabili con maggiore difficoltà con le reti.

Altro aspetto importante, e spesso sottovalutato soprattutto per le reti, è la morfologia della specie. Specie con processi spinosi su opercoli, dorso, o in generale con pinne che hanno raggi con estremità spinose (come pesce persico e acerina), sono più facilmente catturabili rispetto a specie più "lisce" e con profilo più lineare.

Lo stesso si può dire rispetto alla taglia di una specie. Normalmente, gli individui giovani sono meno rappresentati degli adulti perché la loro catturabilità è minore. Per questa ragione, per avere un quadro davvero rappresentativo delle specie catturate, occorrerebbe correggere i risultati innanzitutto rispetto alla taglia dei pesci catturati e in secondo luogo per le singole specie. Chiaramente questo non è possibile per tutte le specie, rendendo di fatto poco praticabile questo tipo di approccio, anche se esistono per alcune specie dei fattori di correzioni da applicare ai risultati. Normalmente quindi i risultati dei campionamenti con reti vengono esposti senza modificare quanto emerge dal campo e presentati così "tout court".

Rispetto alle reti, l'elettropesca permette di catturare anche specie meno vagili, ma, come si può immaginare, ha una efficacia limitata alla zona litorale e può essere praticata a profondità ridotte (max 1,5 m). Inoltre, la sua efficacia di cattura è piuttosto incostante e dipende da fattori quali la taglia e forma del pesce, la specie, le caratteristiche dell'acqua (conducibilità), la potenza (watts) dello strumento in relazione al diametro dell'anodo e alla lunghezza e dimensioni del catodo. Ne deriva che, anche per l'elettropesca, da un lato le informazioni raccolte permettono di arricchire il quadro complessivo relativo alla comunità ittica di un bacino lacustre, dall'altro però non hanno valore "assoluto".

Un aspetto non secondario rispetto ai risultati del campionamento è la stagione nella quale il campionamento viene effettuato e il momento della giornata in cui gli strumenti vengono utilizzati. Normalmente si ritiene che la stagione tardo estiva-autunnale sia il periodo migliore per effettuare un campionamento rappresentativo perché la fauna ittica è più omogeneamente distribuita nel corpo idrico e con un campionamento distribuito in più punti sul lago e a diverse profondità è, dunque, possibile ottenere un quadro "medio" della situazione realistico.

Un altro elemento che gioca un ruolo importante è la luminosità, che condiziona sia il naturale posizionarsi della fauna ittica lungo la colonna d'acqua e rispetto agli ostacoli sommersi, sia la naturale diffidenza verso strumenti di cattura come le reti o l'imbarcazione o gli operatori che stanno effettuando il campionamento.

Complessivamente, dunque, solo un approccio multimetodo permette di rendere il quadro descrittivo della comunità abbastanza realistico. Inoltre, soprattutto in un'ottica di confronto periodico, solo standardizzando il più possibile la metodologia e la strumentazione è possibile ottenere una informazioni di tipo quantitativo, se pur relativo (biomassa o numero di individui per metro quadro di rete per ora di posa o per punto di elettropesca), utili alla gestione della risorsa ittica.

Il protocollo di campionamento della fauna ittica utilizzato nel WP1 si basava innanzitutto su un'impostazione specifica per l'applicazione dell'indice di stato ecologico Lake Fish Index e conforme a quanto richiesto nella Direttiva sulle Acque 2000/60/CE (metodologia di campionamento conforme alle norme ISO-CEN). Si tratta di una metodologia di campionamento ampiamente condivisa a livello europeo, che se pur con qualche minima differenza tra Stato e Stato, permette per la prima volta di poter confrontare, all'occorrenza, le informazioni relative alla comunità ittiche di laghi di diverse nazioni. Il protocollo italiano considera di fatto tre tecniche che insieme permettono di avere un quadro abbastanza realistico delle comunità ittiche, almeno in termini di composizione specifica e struttura di età delle specie. Più delicato è l'aspetto relativo alle abbondanze assolute, che come si può evincere dalla parte iniziale di questo paragrafo, sono di difficile definizione quantomeno in termini quantitativi assoluti. È possibile però, rispetto a questo aspetto desumere un'indicazione delle abbondanze relative, elemento utile soprattutto nel confronto tra laghi diversi.

Sulla base di questi assunti, scientifici e pratici, il protocollo di campionamento dei laghi dà importanza all'utilizzo di reti multimaglia e dell'elettropesca, due sistemi di campionamento relativamente semplici da mettere in pratica e portare a termine, pur con le dovute accortezza e perizia. Inoltre, un sistema di campionamento deve essere facilmente eseguibile o da un team esperto o da personale comunque disponibile e mediamente formato, quale ad esempio i pescatori di professione che operano sui laghi. Se questo non è possibile si perde una caratteristica fondamentale e cioè la facilità di applicazione.

Si deve inoltre sottolineare che il numero di reti utilizzato, in special modo quelle bentiche, è stato studiato (con le dovute semplificazioni) per essere proporzionale al volume di acqua presente nello strato campionato e quindi per rendere omogeneo lo sforzo di campionamento per unità di volume e dunque fornire una informazione sulla reale densità della fauna ittica presente in ogni strato di profondità.

Ciò non toglie che comunque vi siano delle criticità che andranno affrontate in futuro, a livello europeo, per poter fornire una idea ancora più precisa e realistica della comunità ittica di un lago, specialmente di un lago di grandi dimensioni.

Sulla base dell'esperienza di campionamento condotta in questo lavoro di monitoraggio della fauna ittica nei 7 più grandi laghi della Lombardia, è quindi possibile individuare alcuni punti sui quali, di concerto con gli altri paesi comunitari e attraverso un approccio scientifico serio e condiviso, potrebbe essere utile fare una riflessione metodologica nell'ottica di un ulteriore miglioramento del protocollo di campionamento. In sintesi:

- La maggiore criticità evidenziata è relativa ai campionamenti effettuati nel pelago lacustre. I dati evidenziano una bassa resa di cattura delle reti multimaglia pelagiche che, benché forniscano un dato interessante per il confronto sulle densità specifiche tra i diversi laghi, hanno portato in alcuni casi alla raccolta di un numero esiguo dei soggetti di alcune specie, indipendentemente dal livello trofico dei laghi campionati, tale da rendere difficile l'interpretazione delle informazioni relative alla struttura di popolazione delle specie catturate (lavarello e bondella dove presente), agoni e alborella (dove ancora presente). Considerando le specie presenti nel pelago potrebbe essere utile diminuire il numero di maglie (ad esempio 5 maglie), utilizzando reti monomaglia anziché multimagliae privilegiando quelle maglie che risultano più efficienti nella cattura di queste, e concentrare la posa delle stesse nelle fasce di profondità maggiormente frequentate dalle specie in oggetto, a seconda del periodo di campionamento. In aggiunta, potrebbe essere utile aumentare l'altezza delle reti

(attualmente di 6 m). In questo modo, a parità di sforzo di pesca si potrebbe riuscire ad ottenere un numero maggiore di soggetti e quindi una quantità maggiore di informazioni per meglio valutare abbondanza e struttura di popolazione delle specie pelagiche. Si tenga presente per specie come lavarello, bondella ed agone, per quanto osservato in questo monitoraggio, possono essere catturate quasi esclusivamente con le reti pelagiche e per questo motivo risulta importante rendere maggiormente efficace tale metodo di campionamento. Tuttavia, un approccio di questo tipo, ovvero l'utilizzo di reti specifiche per ogni specie pelagica target ciascuna caratterizzata da maglie specifiche che consentano la cattura di individui di tutte le età e in modo davvero rappresentativo della struttura di popolazione, è comunque di difficile gestione in quanto presuppone diversi set di reti per ogni specie, e, se si considerano diversi accrescimenti di ogni specie da lago a lago (in relazione a stato trofico e temperatura), si può immaginare che in alcuni casi sia necessario un set specifico quasi per ogni lago (per avere davvero una realistica immagine della struttura di popolazione specifica). Pertanto, un approfondimento su questi aspetti è senza dubbio necessario, ipotizzando un confronto tra reti multimaglia standard e multimaglia create ad hoc per la realtà dei laghi della Lombardia.

- Relativamente alle reti bentiche, i dati evidenziano che i pesci catturati al di sotto dei 75 m e quelli catturati tra i 50 e 75 m rappresentano rispettivamente solo lo 0,14% e 0,25% del campione totale, dimostrando che a quelle profondità, quantomeno nel periodo di campionamento, la densità della fauna ittica è molto bassa. Pur rappresentando questo aspetto una informazione interessante, ci si domanda in questa sede se non valga la pena, anche per ragioni di praticità di campionamento, evitare di posare queste reti a profondità così elevate. Potrebbe anche in questo caso essere utile ridurre il numero delle classi di profondità da indagare. Inoltre potrebbe essere utile aumentare l'altezza delle reti da 1,5 m a 3 m. Questo potrebbe facilitare la cattura di specie che, pur approcciando il litorale in gran parte dell'anno, si posizionano in prossimità della zona superficiale e non vicino al fondo, così da risultare poco catturabili (ad esempio il cavedano).
- Un aspetto generale che riguarda le reti è la tipologia di materiale di cui sono fatte. Il filato utilizzato, per ragioni di opportunità economica e di resistenza all'abrasione, è stato necessariamente piuttosto spesso (almeno 0.14-0.16 mm di spessore), risultando dunque un elemento di ostacolo ad una cattura massiva dei pesci, che notoriamente, specialmente in condizioni di buona luminosità, "vedono" il pannello di rete ed evitano di appoggiarvi. Questo è particolarmente vero per le specie che vivono nel pelago lacustre le cui acque tendono ad essere maggiormente trasparenti rispetto quelle litorali.

Nell'apportare qualunque tipo di modifica al protocollo di campionamento occorrerà in ogni caso valutare attentamente le conseguenze in termini di personale richiesto, cercando sempre di trovare il giusto compromesso tra il dettaglio dell'informazione acquisita e i giorni-uomo (leggasi costi del personale, variabile non trascurabile) necessari per acquisirla.

Complessivamente, si può sostenere che il metodo di campionamento utilizzato in questo progetto è senza dubbio migliorabile in termini di efficacia di cattura e rappresentatività di alcune specie, ma ha consentito comunque di delineare un quadro abbastanza realistico delle comunità ittiche dei grandi laghi della Lombardia, sia rispetto alla composizione specifica che alla struttura di età e di popolazione delle specie più importanti. Inoltre, pur mostrando alcune criticità, peraltro già conosciute, può considerarsi un buon compromesso tra praticità di esecuzione e rappresentatività del campione.

Il quadro delle comunità ittiche derivato dai campionamenti eseguiti in alcuni casi è mancante di alcune specie, che tuttavia rimangono segnalate o dagli Enti proposti alla gestione o dai pescatori stessi. In questo senso appare importante, per una esaustiva descrizione della composizione specifica della comunità ittica, affiancare ad un dettagliato campionamento (come quello eseguito in questo progetto), anche una informativa da parte di chi, sul territorio, è preposto alla gestione della pesca.

11. RIASSUNTO DEI RISULTATI DELLA MACROATTIVITÀ WP2

Per la descrizione completa degli studi condotti si rimanda alle 7 relazioni WP2.

11.1 SINTESI DEI RISULTATI E PROPOSTE GESTIONALI

11.1.1 LAGO DI GARDA

AGONE

La maglia legale per la pesca dell'agone nel Lago di Garda è fissata nell'intervallo 22-25 mm, anche se la maglia più utilizzata è quella da 24 mm.

Attraverso l'analisi della distribuzione di frequenza delle classi di lunghezza e l'elaborazione delle curve di selezione è possibile capire quale è l'attuale età di prima cattura (T_c), ovvero a che età inizia la selezione sulla specie in studio la maglia attualmente in uso, al fine di verificare se la classe pre-riproduttiva viene sufficientemente tutelata. Le analisi effettuate dimostrano che nei mesi autunnali la catturabilità dei soggetti 1+ è consistente.

Al fine di valutare l'idoneità della maglia attualmente utilizzata sarebbe però necessario individuare con esattezza l'età di prima riproduzione con la relativa percentuale di soggetti maturi all'interno delle singole classi di età. Di particolare importanza sarebbe il dato relativo alle femmine che presentano in genere una maturazione più tardiva rispetto ai maschi. Purtroppo, i dati di questo studio non sono sufficienti per eseguire tali elaborazioni e per determinare con certezza l'età di prima maturazione. Il campione di soggetti di 1 anno di età è infatti troppo limitato per affermare che la maturazione massiva (>50%) avviene già al primo anno. Anche in altri laghi si verifica una percentuale limitata di maturazione nei soggetti di età 1 anno ad accrescimento più rapido e potrebbe quindi trattarsi di un campione di soggetti di maggiori dimensioni a maturazione precoce. A scopo precauzionale si è ritenuto, quindi, di considerare il secondo anno di vita come età di riproduzione massiva e pertanto l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

In tal senso, il limite inferiore di maglia utilizzabile per legge (22 mm) appare non cautelativo nei confronti della prima classe riproduttiva se si considera che già la maglia da 24 mm, sulla quale sono state effettuate le varie elaborazioni e modellizzazioni, presenta una catturabilità elevata sui soggetti di età 1+ nel periodo autunnale (a novembre 1 soggetto ha 1 anno e 5 mesi).

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY (massima produzione sostenibile) permette di individuare i valori ottimali dei parametri gestionali età di prima cattura (T_c) e mortalità da pesca (F), al fine di valutare l'attuale impostazione della pesca. Il modello indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 1 anno e 6 mesi ($1,0 < T_c < 1,5$) e con valori di $F(0,1)$ -parametro cautelativo ai fini della tutela degli stock ittici (vedi glossario e capitolo relativo ai materiali e metodi)- compresi tra 1,06 e 1,40. Questo risultato, che individua un intervallo ottimale di inizio cattura piuttosto precoce, deriva dal fatto che la popolazione oggetto di studio è caratterizzata da un rapido accrescimento concentrato nei primi anni, che si traduce a sua volta in un elevato tasso di mortalità naturale. Ciò comporta la necessità di una selezione precoce, quindi un inizio precoce della cattura, per ottenere un livello di

produzione elevato, come indica l'applicazione del modello. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita, all'interno dell'intervallo proposto dal modello è preferibile utilizzare il valore di T_c (età di prima cattura) più elevato, pari a 1,5, il che equivale a dire che sarebbe opportuno iniziare la selezione ad 1 anno e 6 mesi. In questo caso, poiché il campione di novembre evidenzia già una catturabilità elevata della classe 1+ la maglia attuale (24 mm) anticipa la fase di selezione, che ha probabilmente inizio già nel mese di settembre.

L'attuale valore di mortalità da pesca F è stato stimato pari a 0,51, quindi inferiore all'ottimale. In questo caso la pressione di pesca dovrebbe quindi aumentare, ma si ricorda che il valore calcolato deriva dall'analisi della pseudocoorte ed offre pertanto una scarsa affidabilità. In effetti un valore di F così limitato sembra poco realistico se si considera che i pescatori di professione sul Lago di Garda superano le 50 unità. La sottostima del valore di F potrebbe derivare anche da una sovrastima del valore di Mortalità naturale M , calcolata tramite modelli di letteratura.

In conclusione, a titolo cautelativo si propone il divieto di utilizzo di maglie inferiori a 24 mm, che sembra peraltro già recepito dagli stessi operatori del settore, limitando l'intervallo a 24-25 mm anziché 22-25 mm. Si tenga presente che 3 mm di oscillazione sul lato della maglia corrispondono a 12 mm sul perimetro della maglia: ciò equivale, in base alla relazione tra lunghezza e circonferenza massima, ad un intervallo di ben 3 cm sulla lunghezza iniziale di selezione.

COREGONE

La maglia più utilizzata per la pesca del coregone lavarello è quella da 37 mm.

L'analisi della distribuzione di frequenza delle classi di lunghezza e l'elaborazione delle curve di selezione hanno evidenziato che nei mesi autunnali la catturabilità dei soggetti 1+, considerata come classe pre-riproduttiva, è molto limitata.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt indicherebbe come intervallo ottimale di inizio cattura $1,5 < T_c < 2,0$ e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,80 < F(0,1) < 0,98$. Ciò comporterebbe, quindi, un inizio abbastanza precoce della selezione al fine di ottenere un livello di produzione ottimale. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita è preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati, compresi tra 1,75 e 2,0 anni. Sarebbe quindi opportuno iniziare la selezione ad 1 anno e 9 mesi. La maglia attuale (37 mm) rispetta questo presupposto, poiché il campione di novembre evidenzia già una catturabilità piuttosto limitata della classe di età 1+.

Per un valore ottimale di T_c pari a 1,75, il corrispondente valore ottimale di F risulterebbe pari a 0,89. Poiché che la mortalità totale annuale Z è stata stimata pari a 1,86 e la mortalità naturale M è stata stimata (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura) pari a 0,78 si ricava un corrispondente valore dell'attuale di F pari a 1,08 (calcolato come $Z-M$), che risulta pertanto leggermente superiore all'ottimale (0,89). Pertanto, la pressione di pesca sul coregone del Garda dovrebbe essere leggermente ridotta. Si sottolinea, tuttavia, che il valore di mortalità totale Z è stato stimato tramite l'analisi della pseudocoorte (stock di soggetti campionati in un determinato momento) anziché della coorte (distinta classe d'età) e offre pertanto una scarsa affidabilità.

In conclusione, i dati disponibili sembrano indicare un'impostazione sostanzialmente valida del prelievo professionale di questa specie poiché la maglia legale è in grado di garantire una sostanziale tutela delle classi pre-riproduttive.

11.1.2 LAGO MAGGIORE

AGONE

Il Commissario italiano per la pesca nelle acque italo-svizzere, preso atto dei provvedimenti che hanno progressivamente revocato la sospensione cautelativa all'utilizzo a scopo alimentare umano di alcune specie ittiche del Lago Maggiore (Decreto del Presidente della Giunta Regionale del Piemonte n. 38 del 17/04/03; Decreto della Direzione Generale Agricoltura della Regione Lombardia n. 3989 del 15/03/05, Decreto del Presidente della Giunta Regionale del Piemonte n. 92 del 24/10/06), nonché del perdurare del divieto di consumo alimentare umano di agone disposto a seguito dell'emergenza DDT fin dal 1996 e ai sensi dell'art. 11 della Convenzione per la pesca nelle acque italo-svizzere (Legge 22/11/88, n. 530) dispone con ordinanza n. 07/15 il mantenimento del divieto di pesca per agone per tutte le acque italiane del Lago Maggiore. Per tale motivo, il regolamento in vigore sul Verbano non contempla reti specifiche per la cattura dell'agone. Le reti consentite per la pesca all'agone precedentemente all'imposizione del divieto permanente avevano una maglia compresa tra 24 e 30 mm, anche se la più utilizzata era quella del 24: *Pantera* (volante e da posta 24-30 mm), *Reet da agon* (rete da fondo 26-30 mm) e *Riaa d'agon* (bedina 24-26 mm). Pertanto, le considerazioni in merito alla più idonea impostazione della pesca professionale della specie qualora fosse nuovamente consentita sono state condotte valutando l'utilizzo come rete legale della maglia del 24 mm.

Al fine di valutare l'idoneità della maglia del 24 mm qualora il divieto di pesca all'agone nel Verbano venisse revocato, sarebbe necessario individuare con esattezza l'età di prima riproduzione, con la relativa percentuale di soggetti maturi all'interno delle singole classi di età. Di particolare importanza sarebbe il dato relativo alle femmine che presentano in genere una maturazione più tardiva rispetto ai maschi. Purtroppo, i dati di questo studio non sono sufficienti per determinare con certezza l'età di prima maturazione. A scopo precauzionale si ritiene quindi di considerare il secondo anno di vita come età di riproduzione massiva e pertanto l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

L'elaborazione delle curve di selezione ha evidenziato che la maglia da 24 mm già nel periodo autunnale presenta una catturabilità consistente sui soggetti di età 1+ a maggiore accrescimento. Anche in questo caso ciò sembra collegato ad un accrescimento più rapido rispetto al passato. Uno studio del 1964 di Berg e Grimaldi indicava, infatti, una lunghezza media di 22 cm al secondo anno contro gli attuali 24 cm. Questo incremento determina, quindi, una selezione anticipata sulla classe di età 1+.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 3 mesi e 1 anno e 9 mesi ($1,25 < T_c < 1,75$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,93 < F(0,1) < 1,17$. Questo risultato della modellizzazione, che individua un intervallo ottimale di inizio cattura basso, quindi, deriva dal fatto che la popolazione in studio è caratterizzata da un rapido accrescimento concentrato nei primi anni, che si traduce a sua volta in un elevato tasso di mortalità naturale. Ciò comporta la necessità di una selezione precoce, quindi un inizio precoce della cattura, per ottenere un livello di produzione ottimale. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita è preferibile utilizzare il valore di T_c più elevato, pari a 1,75, vale a dire iniziare la selezione ad 1 anno e 9 mesi. La maglia da 24 mm anticipa la fase di selezione, poiché il campione di ottobre evidenzia già una catturabilità di rilievo della classe 1+. La selezione della pesca ha probabilmente inizio già al termine della stagione estiva.

Per un valore ottimale di T_c pari a 1,75 il valore ottimale di F risulterebbe infatti pari a 1,17. Poiché che la mortalità totale annuale Z è stata stimata pari a 1,76 e la mortalità naturale M è stata stimata (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura) pari a 0,87 si ricava un corrispondente valore dell'attuale della mortalità da pesca F pari a 0,89 (calcolato come $Z-M$), che risulta pertanto leggermente inferiore all'ottimale (1,17). Si ricorda però che il coefficiente di mortalità totale annuale deriva dall'analisi della pseudocoorte ed offre pertanto una scarsa affidabilità.

In conclusione, la maglia da 24 mm sembra idonea per una gestione ottimale di questa specie, qualora venisse revocato il divieto di pesca professionale. Nonostante l'entrata precoce nell'intervallo di selezione della rete legale, la catturabilità nei mesi invernali è probabilmente limitata e non dovrebbe pertanto incidere in modo rilevante sulla prima riproduzione.

BONDELLA

Il regolamento attuale per la pesca del coregone bondella consente l'uso di maglie comprese tra 32-33 mm fino al 15 luglio e 34-35 mm nel periodo successivo fino al divieto di pesca invernale (15 novembre -24 gennaio). Per la pesca della bondella sono stati quindi considerati i due limiti inferiori, cioè 32 mm e 34 mm.

Sulla base di quanto indicato dal rapporto del 2011 sui coregoni del Lago Maggiore (Muller & Volta, 2011), la prima riproduzione del coregone bondella sarebbe raggiunta al terzo anno di vita. Pertanto la classe di età 2+ rappresenta oggetto di tutela.

L'analisi della selezione teorica sia della rete da 32 mm a giugno sia della rete 34 mm a ottobre ha evidenziato una catturabilità quasi nulla delle bondelle di età 2+. Risulta quindi evidente che la rete attualmente in uso corrisponde ad una gestione razionale della specie, in quanto durante l'intero arco annuale viene tutelata la classe di età 2+ che rappresenta la prima classe riproduttiva della bondella.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 9 mesi e 2 anni e 3 mesi ($1,75 < T_c < 2,25$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,70 < F(0,1) < 0,84$. Ciò comporterebbe, quindi, un inizio abbastanza precoce della selezione per poter ottenere un livello di produzione ottimale, conseguenza dell'accrescimento molto limitato di questa specie dopo il 2° anno di vita. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 3° anno di vita, all'interno dell'intervallo proposto dal modello è preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati, prossimi a 2,25 anni. Sarebbe quindi opportuno iniziare la selezione non prima di 2 anni e 3 mesi. Come evidenziato in precedenza, le maglie attuali (32-34 mm) rispettano questo presupposto.

Per un valore di T_c pari a 3,0 (situazione prossima quella attuale) il valore ottimale di F risulterebbe pari a 1,01. Poiché che la mortalità totale annuale Z è stata stimata pari a 1,12 e la mortalità naturale M è stata stimata (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura) pari a 0,67, si ricava un corrispondente valore dell'attuale mortalità da pesca F pari a 0,45 (calcolato come $Z-M$). Pertanto, l'attuale valore di F sarebbe inferiore all'ottimale. In questo caso la pressione di pesca dovrebbe essere quindi aumentata. Si sottolinea però che la stima del coefficiente di mortalità totale deriva dall'analisi della pseudocoorte ed offre pertanto una scarsa affidabilità.

In conclusione, per quanto riguarda la pesca professionale i dati disponibili sembrano indicare un'impostazione sostanzialmente valida del prelievo di questa specie. La maglia legale è in grado di garantire una sostanziale tutela delle classi pre-riproduttive. Il coefficiente di mortalità totale sembra evidenziare una condizione di sottopesca per questa specie. Una maggiore affidabilità di questa ipotesi richiede però la verifica del tasso di mortalità annuale direttamente sulle coorti. L'applicazione del modello di Froese & Binholan evidenzerebbe invece uno sfruttamento sostanzialmente corretto della specie. Sono tuttavia necessarie ulteriori verifiche per calibrare con maggiore precisione la mortalità da pesca.

LAVARELLO

Si sottolinea che le considerazioni gestionali relative a questa specie sono purtroppo penalizzate dal numero troppo limitato di dati disponibili.

Sulla base di quanto indicato dal rapporto del 2011 sui coregoni del Lago Maggiore (Muller & Volta, 2011), la prima riproduzione del lavarello sarebbe raggiunta al secondo anno di vita. Questa maturità anticipata rispetto alla bondella è ovviamente collegata al rapido accrescimento di questa specie.

Come specificato in precedenza, anche se in via teorica per il coregone lavarello sarebbero previste maglie diverse è certamente più realistico considerare anche per questa specie l'azione delle reti legali previste per la bondella (32-34 mm).

Come dimostrano le curve di selezione delle maglie riportate nel rapporto specifico WP2, la selezione teorica della rete da 32 mm a giugno evidenzia che i soggetti a maggiore accrescimento della classe 1+ iniziano ad entrare nell'intervallo di selezione, che rimane però ancora molto limitata. Si consideri, infatti, che il 93% dei soggetti ha una lunghezza inferiore a 260 mm. Si può quindi affermare che fino al mese di giugno la maglia da 32 mm non determina un prelievo significativo sulle classi di età pre-riproduttive del coregone lavarello. È però altrettanto evidente che il mese di giugno rappresenta il limite massimo oltre il quale il prelievo diventerebbe importante. Analizzando invece il campione relativo al mese di ottobre si evidenzia che, nonostante l'aumento della maglia legale (da 32 mm a 34 mm), la classe di età 1+ rientra pienamente nell'intervallo di selezione della rete legale: il 92% dei soggetti ha infatti una lunghezza superiore a 270 mm.

Dalle considerazioni sopra esposte risulta quindi evidente che la maglia da 34 mm, attualmente in uso per il coregone bondella dal 15 luglio al 15 novembre, non può garantire una sufficiente tutela dei lavarelli di età 1+, in particolare durante il periodo autunnale.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 3 mesi e 1 anno e 9 mesi ($1,25 < T_c < 1,75$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,88 < F(0,1) < 1,12$. Ciò comporterebbe, quindi, un inizio abbastanza precoce della selezione per poter ottenere un livello di produzione ottimale. Si consideri però che l'età precoce di inizio selezione indicata dal modello di Beverton e Holt potrebbe derivare da una sottostima della lunghezza asintotica (L_{inf}) a causa della limitata dimensione del campione totale. Poiché la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita, all'interno dell'intervallo proposto dal modello è comunque preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati, prossimi a 1,75 anni. Come evidenziato in precedenza, le maglie attuali (32-34 mm) non rispettano questo presupposto.

L'attuale valore della mortalità da pesca F non è purtroppo determinabile a causa del numero esiguo di dati disponibili, che non consente di valutare il coefficiente di mortalità totale. Si consideri che per un valore di T_c pari a 1,75 il valore ottimale di F risulterebbe pari a 1,12.

In conclusione, poiché la gestione ottimale di questa specie non è possibile per la contemporanea presenza della bondella, l'impostazione della pesca dovrà rappresentare un compromesso tra le due specie, sia per quanto riguarda le maglie delle reti che lo sforzo di pesca. L'aumento della maglia legale per la bondella da 34 mm a 35 mm a partire dal mese di luglio nel nuovo regolamento in vigore dal 1 gennaio comporta una maggiore tutela del lavarello nel periodo autunnale. Dai risultati emerge che sarebbe più corretto tutelare la specie almeno fino al termine della stagione estiva, per ridurre il prelievo sulla classe pre-riproduttiva. Per tale motivo sarebbe opportuno limitare l'utilizzo della maglia da 32 mm al mese di giugno. È però evidente che la scelta della maglia più idonea dipende direttamente dal tasso di sopravvivenza mensile. Con un tasso elevato si può anche utilizzare una maglia che seleziona su classi pre-riproduttive per un breve periodo. Questo dato mancante è quindi di fondamentale importanza per un'impostazione corretta della pesca dei due coregoni. Per il lavarello è comunque positivo che il divieto di pesca abbia inizio già al 15 novembre.

11.1.3 LAGO DI COMO

AGONE

Da uno studio precedente effettuato per la Provincia di Como (Negri, 1993) si era evidenziato che la maglia legale, allora di lato compreso tra 17 mm e 20 mm, risultava del tutto inadeguata alla gestione razionale

della specie in quanto operava sostanzialmente sui soggetti delle classi pre-riproduttive (età 1+). Per tale motivo la maglia delle reti utilizzate è stata portata da 17-20 mm a 20-22 mm. In realtà lo studio indicava come proposta la maglia da 22 mm, che risulta comunque quella più utilizzata attualmente. Già nello studio del 1993 si evidenziava però che la maglia da 22 mm non era in grado di garantire una completa tutela della classe di età 1+. Per questo scopo la maglia da utilizzare sarebbe, infatti, quella da 23 mm.

Quindi l'attuale metodica di pesca dell'agone, nonostante l'evidente miglioramento rispetto alla situazione degli anni '90, presenta ancora alcuni aspetti negativi. I risultati delle analisi effettuate mostrano che nei mesi autunnali, infatti, la catturabilità dei soggetti 1+ della maglia 22 mm è ancora consistente, come dimostrano le curve di selezione della rete legale, consultabili nel rapporto WP2.

Sulla base della ricerca del 1991 la catturabilità dei soggetti di età 1+ doveva scendere dal 93% nella maglia 20 mm al 63% nella maglia da 22 mm. Il confronto dei dati di lunghezza mostra però una preoccupante tendenza all'incremento rispetto ai dati del 1991, come visualizzato nella figura seguente: a due anni di età la lunghezza media è passata da 153 mm del 1911 (dati G. Mazzei), a 190 mm del 1991 e infine a 213 mm nel 2014. Nel primo caso (dal 1911 al 1991) la causa del maggiore accrescimento può essere individuata nell'incremento del livello trofico del Lario e quindi nella maggiore disponibilità zooplanctonica. Si consideri che la concentrazione naturale di fosforo totale (P_{tot}) nel Lario risulta pari a 7-8 $\mu\text{g/l}$, e la situazione di inizio secolo era probabilmente di poco superiore, mentre la concentrazione media di P totale nel 1992 era pari a 41 $\mu\text{g/l}$ (G. Chiodani, G. Premazzi). Invece nel secondo caso (1991-2014) la causa del maggiore accrescimento non può essere l'incremento del livello trofico, perché a partire dagli anni '80 si è verificata una graduale e costante riduzione della concentrazione di P totale, come dimostra la figura seguente. Una causa potenziale di questo incremento potrebbe essere l'aumento della temperatura media annuale delle acque lacustri. Questa ipotesi è plausibile considerando i noti effetti del surriscaldamento in corso e andrebbe verificata sulla base dei dati di temperatura rilevati nell'ultimo ventennio, anche se dovrebbe avere effetto su tutte le specie lacustri e non solo sull'agone. Un'altra ipotesi potrebbe essere una minore selezione genetica sui soggetti di classe 1+ a maggiore accrescimento. Con la precedente maglia da 20 mm raggiungevano la 1ª riproduzione solo i soggetti a minore accrescimento, mentre l'aumento della maglia a 22 mm può avere favorito le probabilità di riproduzione dei soggetti ad accrescimento più rapido. In sostanza, almeno nei primi anni successivi all'introduzione della maglia da 22 mm, si è verificata una minore selezione genetica sui soggetti ad accrescimento più rapido. Non sembra, invece, ipotizzabile che il maggiore accrescimento sia determinato da una minore densità della popolazione, perché nel 2014 la classe di età 2 anni ha evidenziato una consistenza notevole.

La conseguenza di questa variazione è però preoccupante: il maggiore accrescimento determina, infatti, una selezione precoce sulla classe di età 1+, che resta comunque una classe pre-riproduttiva. In pratica la selezione attuale con la maglia da 22 mm potrebbe risultare sovrapponibile a quella del 1991 con la maglia da 20 mm, con un'elevata percentuale di cattura di soggetti di età 1.

Sulla base, quindi, dei risultati ottenuti, la maglia da 22 mm potrebbe quindi non rappresentare più la maglia idonea per questa specie. Il suo impiego sarebbe ancora compatibile nel caso in cui venisse verificato un valore annuale di Mortalità da pesca F non superiore a 0,6, in grado di garantire una sopravvivenza alla 1ª riproduzione superiore al 35%.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY indica che l'intervallo ottimale di inizio cattura è compreso tra 1,25 (1 anno e 3 mesi) $< T_c < 1,75$ (1 anno e 9 mesi): considerando che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita è preferibile utilizzare il valore dell'età di prima cattura T_c più elevato, quindi pari a 1,75, il che equivale a dire che sarebbe opportuno iniziare la selezione ad 1 anno e 9 mesi. I rispettivi valori di $F(0,1)$ sono compresi tra $1,01 < F(0,1) < 1,28$: poiché l'attuale valore di F risulterebbe dalle elaborazioni eseguite pari a 0,81, sarebbe leggermente inferiore all'ottimale; si sottolinea, tuttavia, che tale valore deriva dall'analisi della pseudocoorte, e non della coorte, ed offre pertanto una scarsa affidabilità.

Oltre ai risultati sopra descritti, la gestione di questa specie ittica dovrà prendere in considerazione anche le interazioni con altre specie e gli aspetti di mercato, che vengono di seguito elencati:

1. È noto che il mercato lariano richiede agoni di piccola taglia: la taglia media richiesta è di circa 20 cm; soggetti di dimensioni superiori risultano difficilmente commerciabili e non si prestano alla preparazione del "missoltino", prodotto tipico del Lario.
2. Al fine di mantenere le caratteristiche peculiari dell'agone del Lago di Como rispetto agli altri laghi subalpini, è utile effettuare una selezione genetica sui soggetti di classe 1+ a maggiore accrescimento, rimuovendo questi ultimi prima della riproduzione.
3. L'agone, in quanto specie zooplanctofaga, è in parziale competizione con i coregoni. In particolare gli individui di età superiore a 3 anni possono diventare predatori di novellame e pertanto interferire con altre specie.
4. L'accrescimento dell'agone dopo il terzo anno di vita risulta molto limitato.

In conclusione, se l'introduzione dell'intervallo da 20 mm a 22 mm poteva essere giustificato nel periodo di passaggio dalla prima alla seconda maglia, attualmente appare ormai privo di significato. La maglia legale può essere portata definitivamente a 22 mm.

SALMERINO ALPINO

La maglia principalmente utilizzata per la pesca del salmerino alpino è quella da 35 mm.

Il secondo anno di vita viene considerato come età di riproduzione massiva, anche se questo dato dovrebbe essere meglio verificato. Pertanto l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

L'elaborazione delle curve di selezione permette di capire quale è l'attuale età di prima cattura T_c , ovvero a che età inizia la selezione sulla specie in studio la maglia attualmente in uso, al fine di verificare se la classe pre-riproduttiva viene sufficientemente tutelata. Purtroppo non sono disponibili campionamenti nel periodo autunnale e l'unico campione consistente da cui è possibile ricavare dati attendibili è quello relativo al periodo riproduttivo (gennaio), durante il quale la catturabilità dei soggetti 1+, considerata come classe pre-riproduttiva, si è rivelata piuttosto limitata, come dimostrano le curve di selezione elaborate. Considerando che già a partire dal 15 novembre è in vigore il divieto di pesca e sulla base dei risultati emersi, la maglia da 35 mm sembra garantire la tutela della classe di età 1+.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 3 mesi e 1 anno e 9 mesi ($1,25 < T_c < 1,75$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,84 < F(0,1) < 1,07$. Vale a dire che il modello suggerisce un inizio abbastanza precoce della selezione al fine di ottenere un livello di produzione ottimale. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita è preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati, prossimi a 1,75 anni, e quindi sarebbe quindi opportuno iniziare la selezione ad 1 anno e 9 mesi. La maglia attuale (35 mm) sembra rispettare questo presupposto, poiché il campione di gennaio evidenzia una catturabilità limitata della classe di età 1+. Si consideri inoltre che l'età precoce di inizio selezione indicata dal modello B-H. potrebbe derivare da una sottostima della lunghezza asintotica (L_{inf}) a causa della limitata distribuzione lineare del campione totale

Per un valore ottimale di T_c pari a 1,75, il corrispondente valore ottimale di F risulterebbe pari a 1,07. Purtroppo i dati disponibili non consentono di ricavare il coefficiente di mortalità totale e quindi di confrontare il valore attuale della mortalità da pesca F con quello ottimale teorico indicato dal modello B-H. Pertanto, in questo caso non è possibile valutare se la pressione di pesca attuale rientra nell'intervallo ottimale.

In conclusione, i dati disponibili sembrano indicare che la maglia legale è in grado di garantire una sufficiente tutela delle classi pre-riproduttive. Se si considera, inoltre, che poiché il divieto di pesca del

salmerino alpino ha inizio il 15 novembre l'eventuale periodo di selezione sulla classe pre-riproduttiva è molto limitato. Ulteriori verifiche sono però necessarie per valutare e calibrare con precisione l'attuale sforzo di pesca.

11.1.4 LAGO D'ISEO

AGONE

La maglia legale utilizzata per la pesca dell'agone nel Lago d'Iseo è quella da 24 mm.

Come deducibile dalle curve di selezione della rete legale sovrapposte alla distribuzione di frequenza delle classi di lunghezza nelle varie date di campionamento, riportate nei rapporti WP2, nei mesi autunnali la catturabilità dei soggetti 1+ è consistente. Come già indicato per il Lago di Garda, al fine di valutare l'idoneità della maglia attualmente in uso sarebbe però necessario individuare con esattezza l'età di prima riproduzione con la relativa percentuale di soggetti maturi all'interno delle singole classi di età. Di particolare importanza è il dato relativo alle femmine che presentano in genere una maturazione più tardiva rispetto ai maschi. I dati di questo studio non sono purtroppo sufficienti per determinare con certezza l'età di prima maturazione. Nel campione di luglio sono presenti dei soggetti di un anno di età (0+) classificati come sessualmente maturi, ma il numero di esemplari è troppo limitato per affermare che la maturazione massiva avvenga già al primo anno. Anche in altri laghi si verifica una percentuale limitata di maturazione nei soggetti di età 1 anno ad accrescimento più rapido e potrebbe quindi trattarsi di un campione di soggetti di maggiori dimensioni a maturazione precoce. A scopo precauzionale si ritiene quindi di considerare anche in questo caso il secondo anno di vita come età di riproduzione massiva e pertanto, come già anticipato nei paragrafi precedenti, l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY (massima produzione sostenibile) indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 1 anno e 9 mesi ($1,0 < T_c < 1,75$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,85 < F(0,1) < 1,14$. Questo risultato, che individua un intervallo ottimale di inizio cattura piuttosto precoce, deriva dal fatto che la popolazione in studio è caratterizzata da un rapido accrescimento concentrato nei primi anni, che si traduce a sua volta in un elevato tasso di mortalità naturale (come dimostrato dal valore medio del coefficiente di mortalità naturale calcolato applicando 6 modelli teorici). Ciò comporta la necessità di una selezione precoce, quindi un inizio precoce della cattura, per ottenere un livello di produzione ottimale, come risulta dall'applicazione del modello di B-H. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita, all'interno dell'intervallo proposto dal modello è preferibile utilizzare i valori di T_c (età di prima cattura) più elevati, almeno pari a 1,5, il che equivale a dire che sarebbe opportuno iniziare la selezione almeno ad 1 anno e 6 mesi. In questo caso, poiché il campione di novembre evidenzia già una catturabilità elevata della classe 1+ la maglia attuale (24 mm) anticipa la fase di selezione, che ha probabilmente inizio già nel mese di settembre.

L'attuale valore della mortalità da pesca F sarebbe pari a 0,84, che rientrerebbe nell'intervallo stimato come ottimale. Ne deriva che in questo caso la pressione di pesca sembra calibrata correttamente, ma si ricorda che il valore di mortalità totale Z è stato stimato tramite l'analisi della pseudocoorte (stock di soggetti campionati in un determinato momento) anziché della coorte (distinta classe d'età) e offre pertanto una scarsa affidabilità.

In conclusione, i dati disponibili riguardanti la pesca professionale dell'agone nel Lago d'Iseo sembrano indicare un'impostazione sostanzialmente valida del prelievo di questa specie. Tuttavia, si sottolinea nuovamente che per ottenere dati più attendibili circa la correttezza dell'attuale pressione di pesca sarebbe necessario verificare il tasso di mortalità totale annuale direttamente sulle coorti e non sulle pseudocoorti.

COREGONE

Le considerazioni gestionali relative a questa specie sono purtroppo penalizzate dal numero troppo limitato di dati disponibili.

Sulla base delle curve di selezione elaborate, all'inizio della stagione estiva la catturabilità dei soggetti 1+, considerata come classe pre-riproduttiva, è ancora limitata, come dimostrano le curve di selezione della rete legale relative al mese di luglio. La situazione è però diversa se si considera il periodo autunnale: nel mese di novembre la catturabilità della classe di età 1+ sembra infatti elevata, ma potrebbe derivare da una sovrastima della lunghezza media di questa classe. Si tenga presente che la maglia utilizzata per la pesca del coregone lavarello è quella da 37 mm. Dai dati disponibili non è possibile ricavare l'età di prima riproduzione. Sulla base dei dati relativi a laghi limitrofi, il secondo anno di vita verrà comunque considerato come età di riproduzione massiva e pertanto l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY indica come intervallo ottimale di inizio cattura $1,25 < T_c < 1,75$ e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,90 < F(0,1) < 1,14$. Ciò comporterebbe, quindi, un inizio abbastanza precoce della selezione al fine di ottenere un livello di produzione ottimale. Ipotizzando però che la prima riproduzione avvenga al 2° anno di vita è preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati, compresi tra 1,5 e 1,75 anni. Sarebbe, quindi, opportuno iniziare la selezione ad almeno 1 anno e 7 mesi con valore di F prossimo a 1. La maglia attuale (37 mm) sembra rispettare parzialmente questo presupposto, poiché l'entrata nell'intervallo di selezione dovrebbe verificarsi a fine estate. Le lunghezze medie relative alle singole classi di età devono però essere riverificate su campioni di soggetti di maggiori dimensioni.

In conclusione, i dati disponibili sembrano indicare che la maglia legale è in grado di garantire una sufficiente tutela delle classi pre-riproduttive. Se si considera inoltre che è presente il divieto assoluto di utilizzo della rete per coregoni già a partire dal 1 novembre, ne deriva che il periodo di selezione sulla classe pre-riproduttiva è limitato. Ulteriori verifiche sono però necessarie per valutare e calibrare con precisione l'attuale sforzo di pesca.

11.1.5 LAGO DI VARESE

PESCE PERSICO

La maglia utilizzata per la pesca del persico reale è quella da 25 mm. Poiché la prima classe riproduttiva è rappresentata dai soggetti di età 2 anni, dato rilevabile dallo stadio di maturazione delle gonadi, la maglia legale dovrebbe garantire almeno la tutela di una percentuale consistente della classe di età 1+, considerata come classe pre-riproduttiva.

L'elaborazione delle curve di selezione ha evidenziato una catturabilità ridotta dei soggetti 1+ nei mesi autunnali. Inoltre, poiché durante il periodo riproduttivo vige il divieto di pesca (1 aprile - 30 maggio), l'effettivo periodo di prelievo potenziale sulla classe di età 1+ è limitato alla stagione invernale, fase in cui normalmente l'attività di pesca è più contenuta.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 3 mesi e 1 anno e 9 mesi ($1,25 < T_c < 1,75$) e con valori di pesca $F(0,1)$ compresi tra $0,77 < F(0,1) < 0,98$. L'inizio piuttosto precoce del prelievo indicato dal modello potrebbe in parte derivare da una sottostima della lunghezza asintotica (L_∞), a causa del numero esiguo di soggetti con età superiore a 3 anni. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita è preferibile utilizzare il valore di T_c più elevato all'interno dell'intervallo ottimale, pari a 1,75: vale a dire che sarebbe opportuno iniziare la

selezione ad 1 anno e 9 mesi, situazione tra l'altro prossima a quella attuale, come dimostrato dalle curve di selezione che evidenziano l'inizio della selezione sulla classe 1+ durante il periodo invernale.

Per un valore ottimale di T_c pari a 1,75, il corrispondente valore ottimale di F risulta pari 0,98. Poiché la mortalità totale annuale Z è pari a 1,85 e la mortalità naturale M è stata stimata in 0,82 (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura) si ricava un valore dell'attuale mortalità da pesca F pari a 1,03 (calcolato come $Z-M$). L'attuale valore di F (1,03) sarebbe quindi molto prossimo a quello teorico ottimale (0,98 per $T_c=1,75$). Si consideri che il coefficiente di mortalità totale, nonostante derivato dall'analisi delle pseudocoorti, sembra in questo caso garantire una discreta affidabilità, con limiti di confidenza accettabili.

In conclusione, l'impostazione della pesca di questa specie sembra quindi rientrare nei limiti ottimali sia per quanto riguarda la maglia della rete, sia per quanto riguarda la pressione di pesca.

LUCIOPERCA

Nonostante per questa specie non sia prevista una rete specifica, a titolo di esempio si ritiene opportuno valutare l'intervallo di selezione di una maglia di lato 40 mm, che potrebbe risultare idonea per la pesca a questa specie.

Purtroppo a causa della scarsità dei dati disponibili non è possibile ricavare un'indicazione precisa della prima classe riproduttiva, sulla base della quale stabilire se sia necessario tutelare il secondo o il terzo anno di vita.

L'elaborazione delle curve di selezione permette di capire quale è l'attuale età di prima cattura T_c , verificando l'intervallo di selezione teorica sulla classe di età 1+. In questo caso circa l'85% degli individui presenta una lunghezza inferiore a 335 mm e quindi solo i soggetti a maggiore accrescimento rientrano nell'intervallo di selezione della maglia 40 mm. Va peraltro considerato che dal 15 marzo al 30 aprile è in vigore il periodo di divieto di pesca del lucioperca. Pertanto, è possibile affermare che la maglia da 40 mm sarebbe in grado di garantire una sufficiente tutela della classe di età 2 anni.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell' MSY indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 2 anni e mezzo e 3 anni ($2,5 < T_c < 3,0$) e con valori della mortalità da pesca $F(0,1)$ compresi tra $0,44 < F(0,1) < 0,51$. In questo caso l'applicazione del modello indica quindi un'età ottimale di inizio pesca piuttosto avanzata (valori di T_{calt}) con una limitata pressione di pesca (valori di $F_{0,1}$ contenuti). Ciò è determinato dal basso valore del coefficiente k , che indica un accrescimento lento ma costante, ed al valore più contenuto di mortalità naturale (come conseguenza del basso valore di k). Va inoltre considerato che il lucioperca è una specie ittiofaga e, a differenza delle specie zooplanctofaghe, mostra un accrescimento che si riduce meno rapidamente con l'età.

Nel caso che la prima riproduzione avvenga al 2° anno di vita, questa impostazione di pesca garantirebbe quindi una completa tutela della prima classe riproduttiva. La maglia da 40 mm sembra rispettare parzialmente questo presupposto.

Poiché la mortalità totale annuale Z ricavata dall'analisi della coorte 2012 risulta pari a 3,43 e che mortalità naturale M è stata stimata in 0,51 (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura), il valore attuale della mortalità da pesca F risulterebbe pari a 2,92 (calcolato come $Z-M$). Questo valore di stima dell'attuale pressione di pesca sembra superare ampiamente il limite ottimale ($0,44 < F(0,1) < 0,51$). Nel caso fosse confermato il valore di Z con indagini più appropriate (il campione della coorte 2012 è costituito da 17 soggetti ed il valore di Z è quindi scarsamente attendibile), la pressione di pesca attuale sarebbe quindi eccessiva.

In conclusione, la maglia da 40 mm potrebbe garantire una sufficiente tutela della classe di età 1+. Tuttavia, trattandosi di una specie a cattura occasionale una gestione mirata del lucioperca appare di difficile applicazione.

11.1.6 LAGO D'IDRO

PESCE PERSICO

Purtroppo, il numero di soggetti di alborella -l'altra specie target- raccolte nelle tre campagne di indagine condotte è risultato troppo esiguo per poter eseguire alcuna elaborazione o modellizzazione. In totale, infatti, sono state catturate solo 12 alborelle: questo dato è fortemente indicativo dello stato della popolazione nel Lago d'Idro. Pertanto, su questo corpo lacustre, le fasi di elaborazione dei dati e commento dei risultati sono state portate avanti solo sul persico reale e di conseguenza il rapporto riguarderà esclusivamente questa specie.

La maglia utilizzata per la pesca del persico reale sul Lago d'Idro è compresa tra 26-28 mm.

Purtroppo dai dati disponibili non è possibile ricavare l'età di prima riproduzione massiva, ma si ipotizza avvenga al 2° anno di vita.

L'elaborazione delle curve di selezione ha evidenziato che a partire dal periodo autunnale la maglia 26 mm non è in grado di garantire una completa tutela delle classi pre-riproduttive. Va però considerato che in primavera è presente il periodo riproduttivo di divieto di pesca (1 aprile - 30 maggio). Da ciò deriva che l'effettivo periodo di prelievo potenziale sulla classe di età 1+, considerata come probabile classe pre-riproduttiva, è limitato alla stagione invernale.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt indicherebbe come intervallo ottimale di inizio cattura $2,5 < T_c < 3,0$ e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,42 < F(0,1) < 0,47$. In questo caso il modello indica quindi un'età ottimale di inizio pesca piuttosto avanzata con una limitata pressione di pesca. Ciò è determinato dal basso valore di k , che indica un accrescimento lento ma costante, ed al valore più contenuto di mortalità naturale (come conseguenza del valore di k). Va inoltre considerato che il persico reale, a differenza di altre specie, mostra un accrescimento che aumenta con l'età in funzione del diverso regime alimentare. Il passaggio ad una dieta ittiofaga determina un accrescimento più rapido rispetto alla fase zooplanctofaga o bentofaga. Nel caso che la prima riproduzione avvenga al 2° anno di vita, questa impostazione garantirebbe quindi una completa tutela della prima classe riproduttiva. La maglia attuale (26 mm) sembra rispettare parzialmente questo presupposto.

Purtroppo i dati disponibili non consentono di determinare il tasso di mortalità totale annuale e quindi di confrontare il valore ottimale teorico con quello attuale.

In conclusione, la maglia attualmente in uso sembra comunque garantire una sufficiente tutela della classe di età 1+, anche considerando che il tasso di mortalità non sembra molto elevato, come ipotizzabile in base alla presenza di classi di età molto avanzate nei campioni prelevati.

11.1.7 LAGO DI MEZZOLA

COREGONE

Si tenga presente che la maglia utilizzata per la pesca del coregone lavarello nel Lago di Mezzola è quella da 35 mm.

Il secondo anno di vita è considerato come età di riproduzione massiva e pertanto l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

Purtroppo non sono disponibili campionamenti nel periodo autunnale. L'elaborazione delle curve di selezione ha evidenziato una catturabilità piuttosto consistente dei soggetti 1+, considerata come classe pre-

riproduttiva, nel mese di dicembre. Tuttavia, poiché dal 15 novembre vige il divieto di pesca dei coregoni, l'effettivo periodo di prelievo potenziale sulla classe di età 1+ potrebbe risultare limitato.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt per la stima dell'MSY indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 3 mesi e 2 anni ($1,25 < T_c < 2,0$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $0,72 < F(0,1) < 1,01$. Ciò comporterebbe quindi un inizio abbastanza precoce della selezione per poter ottenere un livello di produzione ottimale. Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita, all'interno dell'intervallo proposto dal modello è preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati, compresi tra 1,75 e 2,0 anni. Ne deriva che sarebbe opportuno iniziare la selezione ad 1 anno e 9 mesi. La maglia attuale (35 mm) sembra rispettare parzialmente questo presupposto, poiché il campione di dicembre evidenzia una catturabilità non completa della classe di età 1+. Questa selezione incompleta sembra derivare da un accrescimento inferiore del lavarello nel Lago di Mezzola, che mostra una lunghezza media di circa 28 cm a 2 anni. Si consideri però che nei mesi autunnali la catturabilità della classe 1+ è superiore, perché a parità di lunghezza la circonferenza massima è maggiore. Contrariamente a quanto potrebbe sembrare, lo sviluppo delle gonadi determina infatti una perdita di peso e quindi della corposità del pesce.

Per un valore ottimale di T_c pari a 1,75 (situazione prossima a quella che si verifica attualmente) il valore ottimale di F risulterebbe infatti pari a 0,92.

Poiché che la mortalità totale annuale Z è stata stimata pari a 1,98 e la mortalità naturale M è stata stimata (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura) pari a 0,78 si ricava un corrispondente valore dell'attuale mortalità da pesca F pari a 1,2 (calcolato come $Z-M$), che risulta pertanto superiore all'ottimale (l'intervallo ottimale risulta compreso tra 0,72 e 1,01). In questo caso la pressione di pesca dovrebbe essere quindi ridotta. Il valore attuale di F sarebbe invece compatibile con un'età di inizio pesca T_c più tardiva, pari a 2,5 anni. Ciò equivarrebbe ovviamente ad un incremento della maglia della rete legale. Si ricorda però che la stima del coefficiente di mortalità totale deriva dall'analisi della pseudocoorte ed offre pertanto una scarsa affidabilità.

In conclusione, la maglia attuale (35 mm) sembra garantire una parziale tutela della classe pre-riproduttiva, poiché il campione di dicembre evidenzia una catturabilità non completa della classe di età 1+. Questa selezione incompleta sembra derivare da un accrescimento inferiore del lavarello nel Lago di Mezzola, che indica una lunghezza media di circa 28 cm a 2 anni. Si consideri però che nei mesi autunnali la catturabilità della classe 1+ è superiore, perché a parità di lunghezza la circonferenza massima è maggiore.

BOTTATRICE

Nonostante non esista un regolamento specifico, le due reti utilizzate per la pesca alla bottatrice nel Mezzola sono le oltane a fondo (lato maglia 35 mm) ed i tremagli per tutti i pesci (il lato della maglia della rete interna non deve essere inferiore a 30 mm). Nonostante quest'ultimo tipo sia quello maggiormente utilizzato nell'arco dell'anno, per il calcolo delle curve di selezione, la rete centrale (30 mm) che compone il tramaglio è stata considerata come una rete branchiale ai fini delle elaborazioni. Il punto di selezione minima è quindi corretto, mentre il punto di selezione massima può risultare sottostimato in quanto il tremaglio può catturare soggetti superiori al limite massimo della circonferenza opercolare grazie all'insaccamento dei soggetti di maggiori dimensioni nelle maglie esterne. Questo aspetto è però di secondaria importanza per quanto riguarda la tutela della prima classe riproduttiva e richiederebbe apposite prove sperimentali per valutare la selezione di questo tipo di rete.

Il secondo anno di vita è considerato come età di riproduzione massiva e pertanto l'impostazione della pesca dovrà considerare in primo luogo la tutela di questa classe.

L'elaborazione delle curve di selezione ha evidenziato che nei mesi autunnali la maglia 30 mm interferisce sulle classi pre-riproduttive, in particolare sulla classe 1+. Tuttavia, il divieto di utilizzo di questo strumento dal 15 novembre al 15 gennaio riduce la selezione su tali classi.

L'applicazione del modello di Beverton e Holt indicherebbe un intervallo ottimale di inizio cattura compreso tra 1 anno e 1 anno e 7 mesi ($1,0 < T_c < 1,6$) e con valori di $F(0,1)$ compresi tra $1,19 < F(0,1) < 1,61$. Ciò comporterebbe quindi un inizio molto precoce della selezione ed una pressione di pesca elevata per poter ottenere un livello di produzione ottimale. Questa impostazione, che appare eccessiva, potrebbe derivare da una sottostima del valore della lunghezza asintotica nell'equazione di Von Bertalanffy. La lunghezza asintotica risulta infatti pari solamente a 32 cm con un valore di K invece molto elevato, pari a 0,98. Questi valori, che traducono un accrescimento concentrato nei primi due anni, comportano quindi uno sfruttamento precoce al fine di ottenere produzioni ottimali.

Considerando però che la prima riproduzione avviene al 2° anno di vita è preferibile utilizzare i valori di T_c più elevati all'interno dell'intervallo ottimale, quindi prossimi a 1,75 anni. Questa impostazione sarebbe quindi simile a quella attuale, evidenziata dall'analisi delle curve di selezione.

Per un valore ottimale di T_c pari a 1,75 (situazione prossima quella attuale) il valore ottimale della mortalità da pesca F risulterebbe pari a 1,70.

Poiché la mortalità totale annuale Z è stata stimata pari a 1,56 e la mortalità naturale M è stata stimata (come media dei risultati di 6 modelli di letteratura) pari a 1,04, si ricava un corrispondente valore attuale di F pari a 0,52 (calcolato come $Z-M$), che risulterebbe pertanto inferiore all'ottimale (1,70). In questo caso la pressione di pesca dovrebbe essere quindi aumentata. Si ricorda però che la stima del coefficiente di mortalità totale, che in questo caso deriva dall'analisi diretta delle coorti, si basa su un campione totale di 51 soggetti. Oltretutto le maglie utilizzate nei singoli campionamenti sono diverse (tremagli e reti da fondo con maglie variabili) e non sono quindi in grado di garantire il presupposto di catturabilità costante delle singole classi di lunghezza. Questo dato offre pertanto una scarsa affidabilità ed il valore attuale del coefficiente di mortalità totale è quasi certamente sottostimato.

In conclusione, la maglia legale sembra garantire una sufficiente tutela della classe pre-riproduttiva, ma i dati disponibili non sono sufficienti per definire una corretta impostazione del prelievo di questa specie. Risulta quindi opportuno verificare la selezione operata durante il periodo autunnale e pre-riproduttivo, in particolare per quanto riguarda l'uso della rete tremaglio da 30mm. Si sottolinea che per la bottatrice non è previsto un periodo di divieto di pesca durante la fase riproduttiva.

11.2 SINTESI DELLE PROPOSTE GESTIONALI

Nella tabella riportata nella pagina seguente si sintetizzano le conclusioni dell'attività WP2, distinte per lago e per specie, indicando la maglia legale attualmente in uso, i risultati della fase di elaborazione dati e modellizzazione condotta e le eventuali proposte di modifica del regolamento individuate al fine di garantire un'impostazione razionale e sostenibile della gestione della pesca professionale delle specie target nei laghi in oggetto.

Tabella 37. Sintesi delle conclusioni dell'attività WP2

Maglia legale	Risultati dello studio	Proposte di modifica
L. di Garda Agone		
22-25 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia legale seleziona precocemente la classe pre-riproduttiva. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F non pare realistica quindi si sottolinea la necessità di indagini aggiuntive. 	- Maglia legale 24-25 mm.
L. di Garda Coregone		
37 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia legale tutela le classi pre-riproduttive. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta leggermente superiore all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	- Non si ritengono necessarie modifiche.
L. Maggiore Agone		
Pesca vietata	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia da 24 mm sembra idonea per una futura gestione ottimale di questa specie. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta prossimo all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	- Qualora venisse riaperta la pesca alla specie si propone una maglia legale del 24 mm.
L. Maggiore Coregone bondella		
32-35 mm (32-33 mmsolodal24 gen-15 lug)	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia legale tutela le classi pre-riproduttive. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta inferiore all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	- Poiché la gestione ottimale di questa specie non è possibile per la contemporanea presenza del lavarello, l'impostazione della pesca dovrà rappresentare un compromesso tra le due specie, sia per quanto riguarda le maglie delle reti che lo sforzo di pesca.

Maglia legale	Risultati dello studio	Proposte di modifica
L. Maggiore Coregone lavarello		
≥ 37 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Anche se per il lavarello sarebbero previste maglie ≥ 37mm, è stata studiata l'azione delle reti legali previste per la bondella. - I dati raccolti non consentono di valutare se la pressione di pesca attuale rientra nell'intervallo ottimale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poiché la gestione ottimale di questa specie non è possibile per la contemporanea presenza della bondella, l'impostazione della pesca deve rappresentare un compromesso tra le due specie, sia per quanto riguarda le maglie delle reti che lo sforzo di pesca. - Verificare se il limite del 15 luglio per la maglia da 32 mm è in grado di garantire la completa tutela dei lavarelli di età 1+.
L. di Como Agone		
20-22 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia legale si rivela inadeguata alla gestione razionale della specie in quanto opera sulla classe pre-riproduttiva (1+). - Si evidenzia un maggior accrescimento rispetto al passato e conseguente selezione precoce sulla classe pre-riproduttiva 1+. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta leggermente inferiore all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	<ul style="list-style-type: none"> - Maglia legale fissa a 22 mm. - Necessità di indagini aggiuntive per valutare l'eventuale passaggio alla maglia da 23 mm.
L. di Como Salmerino alpino		
35 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia legale tutela le classi pre-riproduttive. - Il divieto dal 15 nov contribuisce ulteriormente a ridurre la selezione sulla classe 1+. - I dati raccolti non consentono di valutare se la pressione di pesca attuale rientra nell'intervallo ottimale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Non si ritengono necessarie modifiche.

Maglia legale	Risultati dello studio	Proposte di modifica
L. d'Iseo	Agone	
24-25 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia legale tutela le classi pre-riproduttive. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta prossimo all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	- Non si ritengono necessarie modifiche.
L. d'Iseo	Coregone	
37 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Le considerazioni gestionali relative a questa specie sono penalizzate dal numero troppo limitato di dati disponibili. - La maglia legale garantisce una sufficiente tutela delle classi pre-riproduttive, cui si aggiunge una maggiore tutela data dall'estensione del divieto già dal 1° novembre. - Emerge una tendenza negativa della popolazione. - I dati raccolti non consentono di valutare se la pressione di pesca attuale rientra nell'intervallo ottimale. 	- Non si ritengono necessarie modifiche.
L. di Varese	Pesce persico	
25 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia utilizzata tutela le classi pre-riproduttive. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta molto prossimo all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	- Non si ritengono necessarie modifiche.
L. di Varese	Lucioperca	
Non prevista	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia da 40 mm potrebbe garantire una sufficiente tutela della classe di età 1⁺. - La pressione di pesca attuale pare eccessiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introdurre maglia legale 40 mm. - Tuttavia, trattandosi di una specie a cattura occasionale una gestione mirata pare di difficile applicazione.

Maglia legale	Risultati dello studio	Proposte di modifica
L. di Mezzola Coregone lavarello		
35 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia non tutela completamente la 1^a classe riproduttiva, in particolare durante il periodo autunnale. Tuttavia, il prelievo è limitato nel tempo, in quanto già al 15 novembre entra in vigore il divieto di pesca, e quindi nel complesso la selezione risulta accettabile. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta superiore all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	<ul style="list-style-type: none"> - Non si ritengono necessarie modifiche al regolamento se non introdurre misure atte a contenere lo sforzo di pesca.
L. di Mezzola Bottatrice		
tramaglio 30 mm oltana a fondo 35 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Anche se la maglia in uso non tutela completamente la classe 1+, nel mese di dicembre la catturabilità è ancora contenuta (si limita ai soggetti a maggiore accrescimento), e quindi nel complesso la selezione risulta accettabile. - La stima dell'attuale valore della mortalità da pesca F risulta inferiore all'ottimale (si sottolinea tuttavia la necessità di indagini aggiuntive). 	<ul style="list-style-type: none"> - Non si ritengono necessarie modifiche anche se non è previsto un periodo di divieto a tutela della riproduzione.
L. d'Idro Pesce persico		
26-28 mm	<ul style="list-style-type: none"> - La maglia del 26 mm non tutela completamente le classi pre-riproduttive. Tuttavia, il prelievo è limitato alla sola stagione invernale, in quanto dal 1 apr al 30 magè in vigore il divieto di pesca, e quindi nel complesso la selezione risulta accettabile. - I dati raccolti non consentono di valutare se la pressione di pesca attuale rientra nell'intervallo ottimale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Non si ritengono necessarie modifiche.

11.3 APPROFONDIMENTI UTILI

Si sottolinea che nel corso dello svolgimento delle attività sono emerse alcune criticità, relative soprattutto alla quantità di dati disponibili, e pertanto risulterebbe opportuno effettuare alcune indagini aggiuntive e mirate per poter valutare con maggior precisione ed attendibilità alcuni parametri necessari per la definizione della gestione ottimale della pesca delle specie in oggetto. Di seguito si riassumono gli **approfondimenti segnalati nei rapporti WP2 dei quali si sottolinea l'utilità**:

1. Indagini specifiche per **definire con maggiore precisione il tasso di mortalità totale annuale**. La rilevazione dovrà essere effettuata direttamente sulle coorti, al fine di verificare l'attuale pressione di pesca. Questo dato permetterà di **valutare con maggiore precisione l'attuale sforzo di pesca** complessivo (km di rete x giorno), a sua volta determinato dal numero di pescatori, metratura individuale e giornate di pesca (per: Agone del L. di Garda, L. Maggiore, L. di Como, L. d'Iseo; Bondella del L. Maggiore; Lavarello del L. di Garda, L. Maggiore, L. d'Iseo, L. di Mezzola; Bottatrice del L. di Mezzola; Persico del L. di Varese e del L. d'Idro; Lucioperca del L. di Varese; Salmerino del L. di Como).
2. Indagini specifiche per **valutare con maggiore precisione l'effettiva età di prima riproduzione**, individuando la percentuale di soggetti maturi nelle singole classi di età con particolare riferimento alle femmine. Nel caso venisse accertata una maturazione massiva già nel primo anno si potrebbe applicare l'impostazione meno restrittiva indicata dal modello B-H (per: Agone del L. di Garda, L. Maggiore, L. d'Iseo; Bondella del L. Maggiore; Coregone del L. d'Iseo; Lucioperca L. di Varese; Persico del L. d'Idro).
3. Indagini specifiche per **valutare con maggiore precisione il periodo attuale di ingresso della coorte 1+ nell'intervallo di selezione della rete legale**(per: Agone del L. di Garda, L. Maggiore e L. d'Iseo; Lavarello L. di Garda, L. Maggiore, L. d'Iseo, del L. di Mezzola; Bottatrice del L. di Mezzola; Persico del L. d'Idro).
4. Indagini specifiche per **valutare con maggiore precisione il periodo attuale di ingresso nell'intervallo di selezione della rete legale** per verificare gli effetti del maggiore accrescimento sul prelievo della classe 1+ e l'opportunità di un eventuale passaggio alla maglia da 23 mm (per l'agone del Como).
5. Al fine di **definire con maggiore precisione il periodo di divieto di pesca** si propone di verificare per un triennio, con i periodici campionamenti nella aree di riproduzione, la percentuale di femmine mature e immature durante l'intera stagione invernale (per il Salmerino alpino del Como).
6. Per il Coregone dell'Iseo indagini specifiche per verificare il trend negativo in atto e studiare eventuali problemi legati alla riproduzione (oscillazioni di livello).

12. RIASSUNTO DEI RISULTATI DELLA MACROATTIVITÀ WP3

Il rapporto finale relativo all'attività di monitoraggio dell'anguilla europea, in conformità a quanto previsto dal Piano Nazionale Anguilla (Reg. CE 1100/2007), con particolare riferimento al Contributo di Regione Lombardia al Piano Nazionale per azioni locali sul territorio lombardo, ha i seguenti contenuti:

- **Abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati:** analisi critica dei risultati del monitoraggio biennale effettuato e valutazione dell'abbondanza della popolazione di anguilla nei corpi idrici indagati, che tenga conto anche dei dati acquisiti attraverso le attività di caratterizzazione dei popolamenti ittici lacustri.
- **Scala di priorità regionale degli interventi di deframmentazione:** definizione di una scala di priorità regionale, sulla base di un'analisi costi-benefici, degli interventi strutturali necessari per garantire sia la risalita delle giovani anguille sia la smonta delle anguille argentine.
- **Effetti delle turbine sulla specie:** individuazione di eventuali danni ai soggetti pescati e censimento dei principali impianti idroelettrici lungo le aste sublacuali dei Fiumi Ticino, Bardello, Adda, Oglio, Chiese e Mincio.
- **Analisi della normativa vigente:** analisi delle normative che regolano il prelievo dell'anguilla e valutazione della necessità di eventuali proposte migliorative ai fini della conservazione della specie.

L'unica specie autoctona appartenente al genere *Anguilla* presente nelle acque interne italiane e della Regione Lombardia è l'*Anguilla anguilla*, detta anguilla europea. L'areale dell'anguilla europea si estende in tutto il vecchio continente, dalla Scandinavia alle coste mediterranee del Marocco e della Tunisia. Questa estensione è conseguenza del meccanismo di dispersione larvale, che dal Mar dei Sargassi, tramite le correnti oceaniche atlantiche ed in particolare la Corrente del Golfo, le permette di tornare sulle coste europee.

Specie eurialina, l'anguilla ha la capacità di adattarsi a diverse tipologie di habitat, da acque marine salate ad acque salmastre lagunari o acque dolci fluviali e lacustri; in Italia è distribuita nelle acque lagunari e nelle acque interne di gran parte delle regioni, ma con una densità variabile in funzione della distanza dal mare.

Il ciclo di vita dell'anguilla è considerato unico per l'estensione della migrazione l'arve e presenta ancora aspetti poco conosciuti. La riproduzione avviene esclusivamente nel Mare dei Sargassi da cui partono le larve, chiamate "leptocefali", che trasportate passivamente dalle correnti oceaniche raggiungono il continente europeo e si distribuiscono dalla Scandinavia a tutto il Mediterraneo. Sulla piattaforma continentale, colonizzando una grande varietà di habitat, inizia una fase di accrescimento che può durare diversi anni, passando dagli stadi di sviluppo di "cieca", di "ragano" e di "**anguilla gialla**".

Il processo di maturazione sessuale porta ad un cambiamento di pigmentazione e morfologia, che porta l'anguilla gialla a trasformarsi in **anguilla argentina**, il cui nome deriva dalla pigmentazione scura e grigio-argentea che caratterizza gli individui giunti a maturazione. Le anguille gialle subiscono alcune trasformazioni anatomico-morfologiche, la più visibile delle quali è appunto il cambio di pigmentazione, volte ad affrontare la lunga migrazione verso il luogo di riproduzione posto a circa 6000 km dal luogo di accrescimento. Oltre al cambio di colorazione si assiste, infatti, ad un progressivo aumento del diametro oculare, ad un inspessimento della parete cutanea, ad una maggior nitidezza e marcatura della linea laterale e ad un aumento di grandezza delle pinne pettorali. Una volta raggiunta la maturazione sessuale le anguille migrano fino al luogo di riproduzione concludendo il loro ciclo vitale.



Figura 102. Confronto tra anguilla gialla e argentina

Il suo comportamento notturno tende a farla intanare durante il giorno e renderla attiva la notte; di conseguenza, necessita di rifugi come ceppaie, folta vegetazione bentonica o massi ciclopici per poter colonizzare un corpo idrico.

12.1 ABBONDANZA DELLA POPOLAZIONE DI ANGUILLA NEI CORPI IDRICI INDAGATI

I dati resi disponibili dalla letteratura di settore indicano da tempo un preoccupante declino dello *stock* di anguilla europea in tutto il suo areale. Le informazioni più recenti segnalano di fatto che esso è giunto al suo minimo storico, con valori del pescato sia di anguille giovani sia di anguille adulte inferiori al 10%, anche prossimi all'1% in alcuni casi, rispetto a quelli che si registravano negli anni '70 del secolo scorso, quando ancora la specie risultava in buono stato di conservazione. La maggior parte dei dati disponibili riguardanti lo stock di anguilla in Europa e in Italia derivano da dati di pesca professionale, in particolare la pescadelle cieche. Nel complesso, anche se i dati di pesca non rispecchiano fedelmente lo stato dello stock, si ritiene che possano dare un quadro generale, almeno per quanto riguarda l'andamento nel lungo termine delle catture. Se si prendono in esame le catture relative agli ambienti lagunari, il reclutamento che negli anni '70 e '80 ammontavano a circa 1500-2000 t, si è ridotto a 500 t negli anni '90 ed è calato a poco più di 200 t negli ultimi 5 anni. Pertanto, l'anguilla è stata inserita nelle liste IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) in cui è oggi riconosciuta come specie "Critically Endangered", cioè ad elevato rischio di estinzione in natura. Essa è stata, inoltre, ripetutamente segnalata nei rapporti dell'ICES (*International Council for the Exploration of the Sea*) come specie a forte rischio, spiegando la propria preoccupazione non solo con considerazioni di natura ecologica e biologica, ma anche in riferimento all'accresciuta domanda di cieche da parte del mercato asiatico verificatasi negli ultimi anni, che ha comportato l'incremento incontrollato dello sforzo di pesca ed ha condizionato la disponibilità di cieche sia per i ripopolamenti sia per l'anguilicoltura europea.

Tale trend negativo, invece, è meno repentino per le catture nelle acque interne, almeno fino agli anni '90; tuttavia nell'ultimo decennio anche le produzioni lacustri sono scese ulteriormente al di sotto delle 100 tonnellate.

Non essendo direttamente lambita dal mare, la Lombardia non è interessata dal fenomeno di arrivo delle cieche presso l'ambiente estuario e lagunare e prima risalita nelle acque interne. Di fatto nella nostra regione giungono naturalmente unicamente i ragani (piccole anguille dai 5 ai 50 g di peso) o le anguille gialle ad uno stadio di accrescimento più avanzato. Qui la via di dispersione principale per la specie è costituita dal Fiume Po e dai suoi maggiori affluenti di sinistra orografica, connessi con i grandi e piccoli laghi prealpini e con una fitta rete di rami, rogge, canali e risorgive che innervano capillarmente tutto il territorio regionale di pianura e prealpino, offrendo così all'anguilla una straordinaria ricchezza di habitat diversi, tutti vocazionali ad ospitarla, grazie soprattutto all'ampissima valenza ecologica che caratterizza la specie, in grado di vivere in una grande varietà di ambienti.

La Lombardia risulta da sempre colonizzata dalla specie; infatti, il Fiume Po e i suoi maggiori affluenti di sinistra orografica, connessi con i grandi e piccoli laghi prealpini e con una fitta rete idrografica che innerva tutto il territorio regionale di pianura e prealpino, offrono una straordinaria ricchezza di habitat diversi, tutti vocazionali ad ospitarla (Regione Lombardia, 2010).

I dati del pescato sui Laghi lombardi più aggiornati disponibili risalgono al 2010 (Regione Lombardia, 2012), che registravano un totale di circa 5000 kg di anguille catturate. Il catturato dell'anguilla del Lago d'Iseo si attestava su 840 kg circa mentre nettamente inferiori risultano i dati per il Lago d'Idro e il Lago di Como, con produzioni di circa 170 Kg. Il Lago di Garda risultava di gran lunga il più sfruttato e organizzato, con una produzione di circa 4000 kg. Tuttavia il 2010 è stato l'ultimo anno di pesca delle anguille nel Lago di Garda in quanto, dal 2011, vige il fermo pesca per motivi sanitari per valori di PCB riscontrati fuori norma. Per quanto riguarda il Lago di Como, grazie all'adozione del libretto del pescato, si dispone di dati che risalgono al 1996 e arrivano al 2013. È evidente un importante declino della produzione che da valori di 300 – 700 kg annui prima del 2004, è scesa a valori al di sotto dei 35 kg nel 2011. Questo dato risulta molto importante ed è indicativo della situazione in cui si trova la popolazione di anguilla nel bacino del Fiume Adda, ma verosimilmente in molte altre zone della Lombardia. Anche l'andamento temporale del pescato del Verbano mostra un inesorabile declino a partire dagli anni '80. Dalla serie storica riguardante il pescato di anguilla nel Lago di Varese emerge un vistoso calo di produzione a partire dagli anni '60, in concomitanza con la costruzione e l'entrata in esercizio dell'impianto idroelettrico di Isola Serafini, avvenuto tra il 1960 e il 1962.

La Macroattività 3, di cui si riassumono qui i contenuti, è finalizzata a verificare la smonta autunnale delle anguille e ad assolvere l'obbligo di monitoraggio, in conformità a quanto previsto dal Piano Nazionale Anguilla (Reg. CE 1100/2007), con particolare riferimento al Contributo di Regione Lombardia al Piano Nazionale per azioni locali sul territorio lombardo.

Al fine di adempiere agli obiettivi fissati, l'attività di monitoraggio della smonta delle anguille argentine è stata svolta nei primi tratti degli emissari lacustri attraverso campagne di cattura con elettropesca condotte in 4 stazioni di campionamenti per ogni corpo idrico in periodo autunnale-invernale, per due anni consecutivi. A causa delle avverse condizioni idrologiche degli emissari da campionare conseguenti a periodi di incessanti piogge, le attività di monitoraggio dell'anguilla sono state avviate con inevitabile ritardo e si sono concluse in ritardo rispetto alle altre attività di progetto. Si sottolinea, tuttavia, che il periodo utile per la cattura della specie in smonta va da ottobre sino ad inverno inoltrato (marzo), rendendo comunque attendibili i campionamenti condotti.

Ad integrazione dei campioni reperiti a seguito delle attività di censimento dell'anguilla sopra descritte, sono stati presi in considerazione anche i dati relativi alla distribuzione della specie raccolti nell'ambito dei campionamenti dell'attività di "Censimento del popolamento ittico"(Macroattività 1). Parallelamente al progetto descritto, inoltre, sono stati condotti dei campionamenti mirati alla cattura di alcune specie

target, tra cui l'anguilla, nell'ambito del "Piano di monitoraggio sanitario-ambientale della fauna ittica lombarda", condotto dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna (IZS), facente parte del "Piano regionale di monitoraggio ambientale per la ricerca di diossine e altri contaminanti ambientali in alimenti di origine animale – anno 2013" di Regione Lombardia. Poiché l'attività di campionamento necessaria ai fini del suddetto piano di monitoraggio sul comparto ittico risulta del tutto analoga nelle metodiche attuative e per utilizzo di specifiche attrezzature e competenza professionali degli operatori a quanto svolto per il presente progetto, l'RTI GRAIA-CNR/ISE è stato incaricato anche della realizzazione delle attività di prelievo dei campioni ittici necessari. Parte dei campionamenti, quindi, è stata condotta in sinergia con le attività previste per il Servizio di censimento della fauna ittica dei laghi alpini della Lombardia, sempre con l'aiuto dei pescatori professionisti.

I risultati dei campionamenti effettuati confermano l'attuale status dell'anguilla di specie "Critically Endangered", essendo risultata sporadica nell'ambito del reticolo idrico indagato.

Quello che emerge è, infatti, una popolazione di anguilla particolarmente rarefatta, soprattutto nel Fiume Ticino, nel Fiume Bardello e nel Lago Maggiore (dove non è stata catturata neanche un'anguilla), quindi a monte dello sbarramento di Isola Serafini. Questo risulta ancora più evidente raggruppando le catture per bacino idrografico, come dimostra la tabella seguente, da cui emerge che nel bacino del Fiume Ticino sono state pescate solo 11 anguille in 2 anni di campionamento, contro una media di 45 degli altri bacini. Al momento, quindi, lo sbarramento di Isola Serafini rappresenta ancora un punto di frammentazione particolarmente importante del reticolo idrografico del Fiume Po.

Bacino idrografico	argentina	gialla	nd	tot
Bacino del F. Ticino (L. Maggiore, F. Ticino, L. di Varese, F. Bardello)	10	1	0	11
Bacino del F. Adda (L. di Como, L. di Mezzola, F. Adda)	9	24	5	38
Bacino del F. Oglio (L. d'Iseo, F. Oglio, L. d'Idro, F. Chiese)	6	40	9	55
Bacino del F. Mincio (L. di Garda, F. Mincio)	25	18	0	43
Totale	50	83	14	147

Tabella 38. Riassunto dei dati relativi alle anguille catturate distinte per bacino idrografico

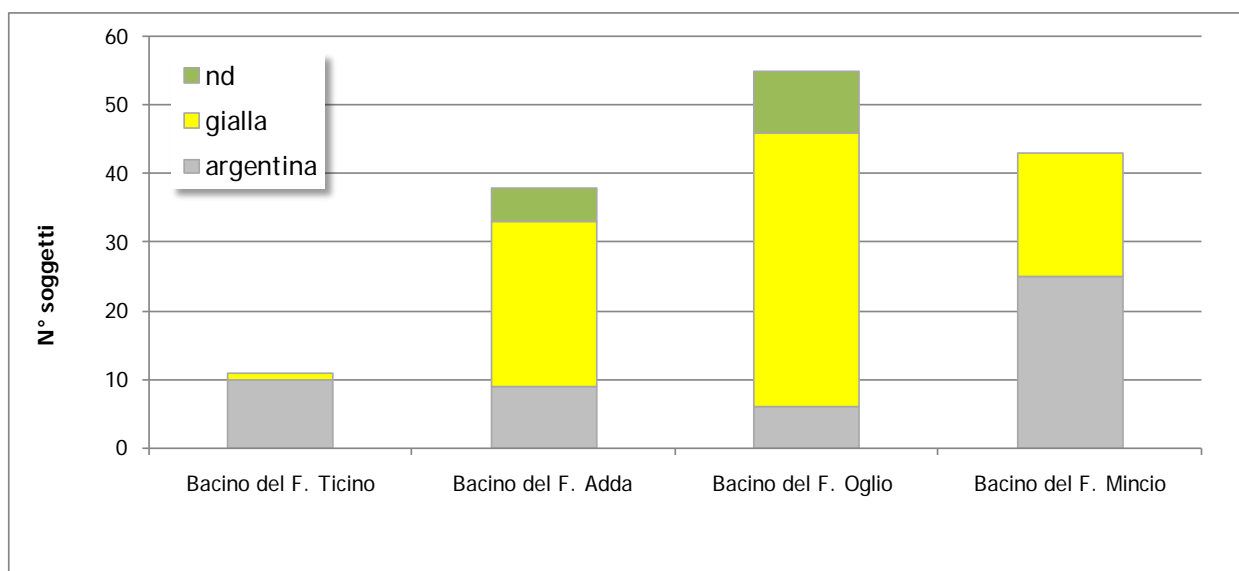


Figura 103. Grafico relativo al numero di soggetti catturati per bacino di campionamento distinti in fasi di ciclo biologico

Di seguito si riporta la **carta di distribuzione e di abbondanza** realizzata sulla base dei dati in possesso, distinti per stadio di sviluppo.

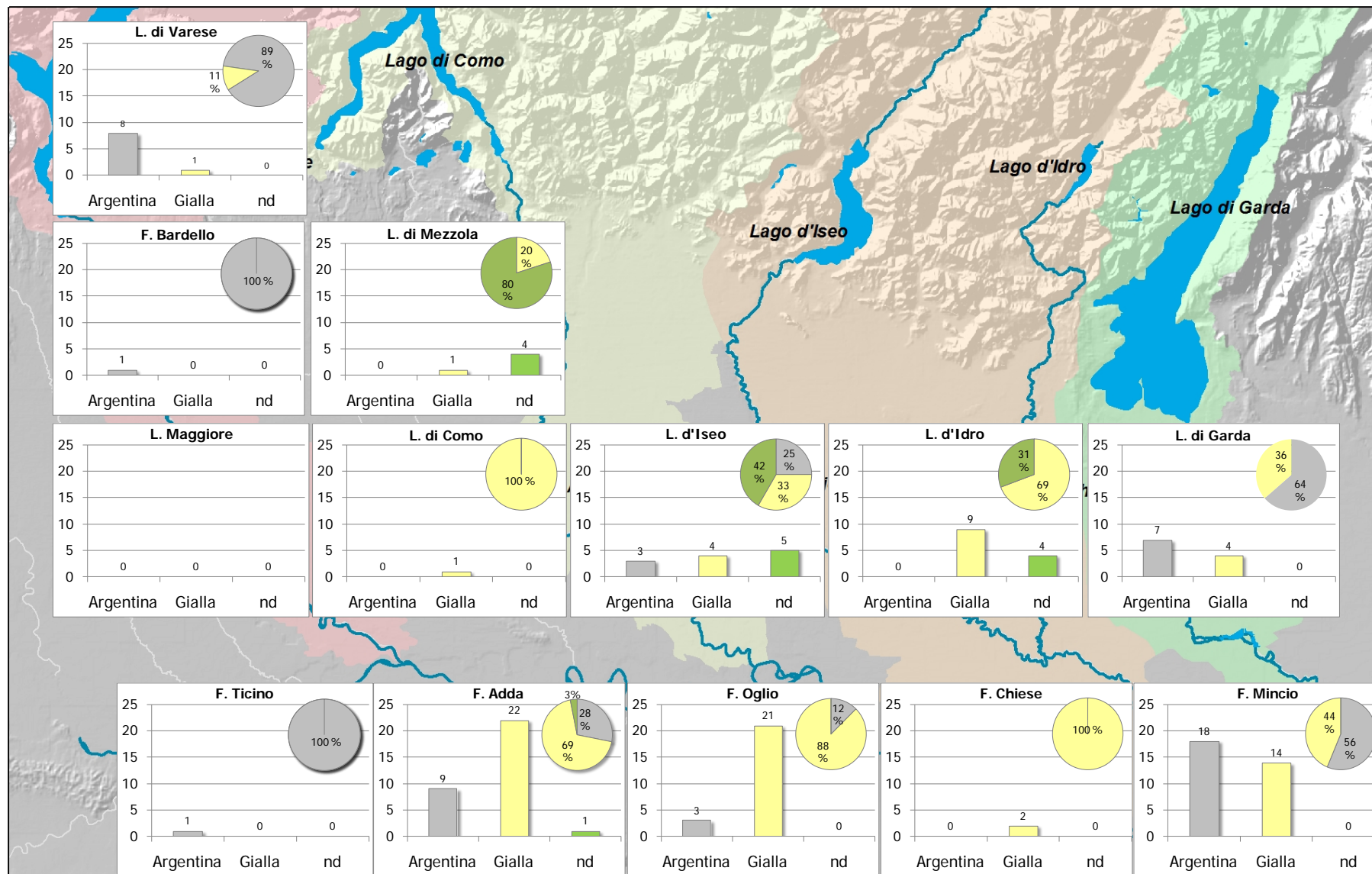


Figura 104. Grafici di abbondanza delle anguille campionate sia nei fiumi che nei laghi

Gli esemplari catturati hanno evidenziato sia la morfologia tipica dello stadio di accrescimento (anguilla gialla) sia quella tipica della fase pre-riproduttiva (anguilla argentina). Ciò lascia ipotizzare che la popolazione, sia pure estremamente rarefatta, continui a mantenere un minimo di vitalità riproduttiva.

Le principali cause del declino dell'anguilla in territorio lombardo sono identificabili con (ERSAF, 2009):

- Frammentazione fluviale, che affligge le principali vie di diffusione e discesa dell'anguilla in ambito lombardo.
- Presenza di opere idrauliche non ittocompatibili, soprattutto di opere di presa provviste di turbine, nelle quali i pesci vengono trascinati con effetti spesso letali.
- Inquinamento dell'acqua, che affligge in misura crescente i tratti bassi dei più grandi corsi d'acqua regionali.
- Alterazione della naturalità dei corsi d'acqua e perdita di habitat.
- Presenza di specie ittiche esotiche invasive, in particolare del siluro, in continua crescita demografica in tutta la pianura lombarda.
- Pesca, la cui regolamentazione non pare adeguatamente regolata nella gran parte del territorio regionale e per la quale possono essere previste misure maggiormente restrittive rispetto a quelle vigenti, con particolare riguardo per la riproduzione.

12.2 SCALA DI PRIORITÀ REGIONALE DEGLI INTERVENTI DI DEFRAMMENTAZIONE

Tra le minacce prese in considerazione in questo lavoro assume particolare rilevanza la grave frammentazione dei corsi d'acqua di fondovalle del reticolo idrico lombardo, che impedisce la corretta colonizzazione di gran parte dell'habitat acquatico teoricamente disponibile per la specie. Lo sbarramento individuato ad Isola Serafini sul Fiume Po rappresenta la prima e più grave opera di frammentazione fluviale che l'anguilla incontra nella risalita del Po e che le preclude l'accesso ai tratti fluviali posti a monte di esso. A conferma del ruolo negativo giocato dallo sbarramento di Isola Serafini si rileva una più apprezzabile presenza della specie nel Lago di Garda, nel Fiume Oglio e nel Fiume Adda, localizzati geograficamente a valle di tale sbarramento. Pertanto, la realizzazione del passaggio per pesci in corrispondenza di questo nodo fondamentale, attualmente in corso nell'ambito del progetto Life Con.Flu.Po., iniziato del dicembre 2013, porterà all'apertura di una via importante, per l'anguilla e per tutti gli altri pesci, fino al Lago Maggiore e al Lago di Lugano, grazie alla presenza di altri passaggi artificiali per pesci sul Fiume Ticino e sul Fiume Tresa.

Tra le disposizioni del REGOLAMENTO (CE) N. 1100/2007 DEL CONSIGLIO del 18 settembre 2007, che istituisce misure per la ricostituzione dello stock di anguilla europea, le *"misure strutturali per rendere guadabili i fiumi e migliorare gli habitat fluviali, unitamente ad altre misure ambientali"* (Art. 2, punto 8) figurano, infatti, tra gli interventi che possono essere definiti da ciascuno Stato membro in funzione delle condizioni locali e regionali.

Nell'ambito del presente progetto, è stata aggiornata la lista delle frammentazioni che interrompono la percorribilità dei corridoi fluviali degli emissari dei laghi indagati, delle quali è stata valutata la valicabilità e la priorità di intervento.

Nel caso del Lago Maggiore e del Ceresio la deframmentazione longitudinale del corridoio fluviale di collegamento al Po è già stata affrontata e risolta definitivamente con la costruzione dell'ultimo passaggio per pesci nel 2014, anche con il contributo di Regione Lombardia - DG Agricoltura, che ha partecipato finanziariamente alla costruzione dei passaggi per pesci che oggi garantiscono la piena e libera percorribilità fluviale fino ai laghi: ci si riferisce alle dighe di Porto della Torre e Panperduto nel Ticino e di Creva e Lavena Ponte Tresa nel Fiume Tresa, che hanno completamente riaperto a tutte le specie ittiche e dunque anche all'anguilla la strada fino al Ceresio, attraverso il Lago Maggiore. Resta da affrontare la frammentazione dei

rimanenti corsi d'acqua individuati come **prioritari**: **Fiume Bardello**, per la riconnessione del Lago di Varese al Lago Maggiore; **Fiume Adda sublacuale**, per la riconnessione con il Lago di Como (il Canale Mera, che collega il Lago di Como al Mezzola, è invece già privo di barriere artificiali alla risalita della fauna ittica e non necessita dunque di interventi strutturali in questo senso); **Fiume Oglio sublacuale**, per il ripristino della percorribilità ittica fino al Lago d'Iseo; **Fiume Chiese sublacuale**, per la riconnessione al Lago d'Idro; **Fiume Mincio** per il ripristino della continuità fluviale fino al Lago di Garda.

In Regione Lombardia il **ripristino della continuità longitudinale del reticolo idrografico collegato con i grandi laghi prealpini** può, dunque, definirsi come la **misura prioritaria di intervento a supporto dell'anguilla**, esattamente come determinato anche dal suo Piano di Gestione regionale, inserito nel Piano Nazionale di Gestione dell'Anguilla, approvato l'11/7/2011 con Decisione della Commissione Europea n. C (2011) 4816. Si sottolinea che, per la grande valenza riconosciuta ai laghi di interesse, **la libera percorribilità di tutti i loro emissari è considerata prioritaria ai fini della conservazione della popolazione di anguilla**. L'obiettivo comune per tutti questi fiumi è, dunque, il ripristino totale della percorribilità da parte dell'anguilla (in realtà anche da parte di tutte le specie ittiche native) dell'intero corso fluviale dall'incile dei laghi fino alla foce in Po. Volendo comunque, per ciascun fiume, attribuire una scala di priorità agli interventi di riconnessione in corrispondenza delle frammentazioni censite, occorrerà considerare la collocazione geografica degli stessi secondo la direzione valle-monte, in modo da rendere via via percorribili fino al mare tratti fluviali sempre più estesi. Dunque, in ogni corso d'acqua, **si possono considerare prioritari gli interventi sulle frammentazioni di valle, che consentano di liberare tratti significativi**.

12.3 EFFETTI DELLE TURBINE SULL'ANGUILLA

Un effetto dell'antropizzazione del territorio lombardo è la diffusione di opere di presa di centrali idroelettriche lungo i corsi d'acqua, dotate di turbine che, se raggiunte dai pesci, possono procurare loro lesioni o addirittura la morte; per quanto riguarda l'anguilla, l'effetto più frequente consiste nella rottura della colonna vertebrale, di fatto letale per l'individuo.

Tra le tipologie di turbine più diffuse, **quelle che permettono il passaggio di fauna ittica sono le cosiddette "Francis" e "Kaplan"**.

L'installazione delle turbine lungo un corso d'acqua può essere una fonte di pericolo per i pesci, poiché specialmente in periodi di intensi flussi migratori lungo il fiume, i pesci possono finire dentro le turbine e per diverse ragioni (meccaniche, velocità dell'acqua o variazione di pressione) una certa percentuale di pesce può non sopravvivere al passaggio attraverso la turbina. Le cause - spesso concomitanti- di mortalità ittica, a seguito del passaggio attraverso turbine sono:

- colpi contro le parti fisse e mobili della turbina;
- accelerazioni e decelerazioni intense ed improvvise (ad esempio passando da 3-5 m/s in entrata nella turbina a 10-30 m/s al suo interno);
- forti variazioni di pressione.

Una comprovata mortalità derivata dal passaggio in turbina è quella associata ai barotraumi, originati dalle differenze di pressione che si vengono a creare a livello del distributore, della girante e all'uscita dalla stessa. Le lesioni causate da sbalzi di pressione si verificano principalmente a livello della vescica natatoria: i gas contenuti al suo interno si espandono repentinamente a causa dell'improvvisa diminuzione di pressione andando a lacerarne la parete. Conseguentemente alla rottura della vescica natatoria si possono venire a creare delle emorragie interne oppure delle embolie, derivate dall'entrata in circolo dei gas presenti all'interno. Un'altra problematica legata allo sbalzo di pressione è il danneggiamento del bulbo oculare, che

può andare incontro a lesioni della cornea o a exophthalmie, vale a dire la fuoriuscita del bulbo dalle orbite (Winter *et al.*, 2006; Brown *et al.*, 2012).

Numerosi studi sono stati condotti a livello internazionale (Bell, 1991; Monten, 1985; Montreal Engineering Company, 1981; EPRI, 1987; Larinier & Dartiguelongue, 1989) con l'obiettivo appunto di valutare il livello di mortalità associato al transito delle specie ittiche più a rischio attraverso le principali tipologie di turbina. Fra queste specie si ritrovano i migratori ed in particolare i Salmonidi (allo stadio giovanile), e le anguille. La mortalità è particolarmente elevata per le anguille, ancor più che per i Salmonidi, a causa della loro lunghezza, e per i Ciprinidi, che presentano una ridotta resistenza alle variazioni di pressione. Dagli studi consultati emerge che il livello di mortalità dipende dai seguenti fattori:

- caratteristiche della turbina (ad esempio diametro e velocità di rotazione);
- regime di funzionamento della turbina;
- altezza del salto;
- specie ittica e taglia del pesce.

Sono stati condotti vari studi sulla costruzione di turbine che minimizzino lo stress e il ferimento dei pesci risucchiati nelle opere di presa; i principali risultati sono esposti di seguito (EA, 2014). La realizzazione di queste turbine mira sostanzialmente al raggiungimento di un compromesso tra la funzionalità (efficienza di nell'azione rotatoria) e il rispetto delle condizioni *fishfriendly*.

Gli studi effettuati negli Stati Uniti (Cada and Coutant, 1997) dal Department of Energy's Advanced Hydro Turbine (AHT) hanno condotto alla redazione di queste sintetiche disposizioni:

- utilizzare turbine con il **minore numero possibile di pale**;
- **massimizzare il raggio della turbina**;
- **minimizzare il numero di giri della turbina**;
- **massimizzare la sezione della condotta** afferente alla turbina;
- evitare l'uso delle pale "regulatedrunner";
- **ridurre lo sforzo di taglio**, poiché non si riscontrano ferite da sforzo di taglio per pressioni fino a 500 cms cm-1;
- **minimizzare la cavitazione** progettando opportunamente le pale, tenendo conto di zone ad alta velocità di flusso e bassa pressione, irregolarità della superficie, cambi di direzione del flusso;
- **mantenere la pressione** nella turbina sempre **al di sopra di 0,6 bar**;
- **applicare ai margini delle pale delle apposite protezioni in materiale plastico** per evitare le ferite da taglio (Kibel, Pike and Coe, 2009).

Per valutare il potenziale impatto della presenza delle centrali idroelettriche sulle anguille in smonta è stata condotta una review dei principali impianti idroelettrici presenti sui corsi d'acqua emissari dei laghi in studio, cercando di individuare le tipologie di turbina presenti.

In totale sono state censite 42 centrali o centraline idroelettriche, per 26 delle quali (62%) si è riusciti a recuperare informazioni circa la tipologia di turbina installata. Di questi 26 impianti 20 (74%) sono risultati dotati di turbine Kaplan e/o Elica e solo 5 di turbine Francis (19%), oltre a 1 impianto dotato di entrambe; 1 micro-idroelettrico sul fiume Bardello è risultato dotato di Coclea. Dove è stato possibile reperire i dati tecnici, quindi, la tipologia di turbina più diffusa risulta essere la Kaplan.

Non esistono dati che possano quantificare l'impatto di queste opere sulla specie, ma la loro ampia diffusione e la pericolosità le fanno comunque ritenere una minaccia per la conservazione dell'anguilla. Tuttavia, nell'ambito di tutti i censimenti ittici condotti all'interno di questo progetto sono stati pescati solo 2 soggetti,

su un totale di 147 anguille catturate (1,4%), con evidenti danni causati dal passaggio in turbina. I due soggetti lesionati sono stati catturati entrambi sul Fiume Oglio: uno a valle della Centrale di Capriolo, e uno circa 6 km a valle della Centrale di Urago d'Oglio.

Considerando le tipologie di turbina la cui installazione è accertata in corrispondenza degli impianti idroelettrici censiti sugli emissari dei laghi in studio, sulla base della letteratura di settore consultata, per la tipologia di conformazione e le caratteristiche di esercizio, le turbine Francis risultano più impattanti a livello di mortalità, poiché operano a regimi rotatori molto elevati, creando una notevole forza centripeta, e per l'elevato numero di pale che possiede la girante. Le turbine Kaplan/Elica e le Coclee sembrano essere più *"fish-friendly"* poiché hanno una conformazione diversa che permette di ridurre e distribuire meglio il salto di pressione e il numero di giri.

Considerata la scarsità di soggetti lesionati catturati e di informazioni reperibili sulle strutture delle centrali idroelettriche, relativamente alla proposta di attivazione di sistemi dissuasivi per la deviazione dei pesci in presenza di turbine, ad integrazione della scala di priorità regionale degli interventi strutturali fornita nel capitolo relativo alle frammentazioni, è possibile solo assegnare una priorità di intervento "1" agli impianti dotati di turbine Francis (o Pelton qualora ne emergesse la presenza in corrispondenza degli impianti di cui non è stato possibile reperire informazione alcuna), priorità "2" agli impianti dotati di turbine Kaplan o Elica e agli impianti con coclea. Si sottolinea, tuttavia, che queste ultime due tipologie hanno mostrato comunque percentuali di sopravvivenza della fauna ittica piuttosto elevata, e quindi meno impattanti.

12.4 ANALISI DELLA NORMATIVA VIGENTE

Sulla base delle prescrizioni del Piano di Regione Lombardia dell'anguilla, le Province hanno modificato i propri regolamenti facendo coincidere il periodo di maggiore concentrazione della smonta delle anguille verso il mare con il divieto di pesca, ovvero dal 1 ottobre al 31 dicembre (in tale periodo sarà anche vietato l'uso di nasse e bertovelli per la pesca professionale) e aumentando la misura minima di cattura a 50 cm. Anche nel Lago di Garda, il Regolamento regionale per la tutela della fauna ittica e per la disciplina della pesca nelle sue acque del 9 dicembre 2013, n. 5, prevede le medesime restrizioni. Nel Lago Maggiore e nel Lago di Lugano, per i quali esiste il regolamento di applicazione della Convenzione per la Pesca nelle Acque Italo-Svizzere in vigore dal 1 gennaio 2015, la specie è addirittura protetta, ovvero ne è vietata la pesca insieme a pigo, alborella e temolo. **Pertanto, considerando le misure adottate di recente non si ritiene di suggerire alcuna modifica ai regolamenti vigenti.**

13. PRODOTTI DI DIVULGAZIONE E GESTIONE DATI DELLA MACROATTIVITÀ 4

Il WP4 prevede la consegna di prodotti di divulgazione e gestione dati.

Come richiesto dal bando, è stata consegnata una copia del registro delle catture in forma grezza con i tutti dati raccolti sul campo nelle attività precedenti su supporto informatico (Microsoft Excel).

Ad integrazione delle mappe e delle carte tematiche fornite all'interno dei 3 WP, sono stati forniti i PROGETTI GIS in ArcGIS (ArcMap version10) predisposti durante l'elaborazione dei dati acquisiti durante le attività di censimento e monitoraggio. Questi progetti, previa installazione del programma ArcGIS10 da parte del Committente, potranno essere aggiornati in qualunque momento e direttamente da essi potrà essere ricavata qualunque tipo di mappa o carta tematica aggiornata. In questo modo, attraverso il Sistema Informativo Territoriale ArcGIS, il Committente potrà gestire autonomamente ed eventualmente aggiornare i dati raccolti, nonché creare carte, realizzare analisi spaziali, modellare ed elaborare dati geografici. Verrà pertanto fornito il progetto con estensione *.mxd*, corredato di tutti gli *shapefiles* necessari alla sua corretta visualizzazione, organizzati in sottocartelle opportunamente nominate.

Come ulteriore attività integrativa, è stata proposta la predisposizione di materiale divulgativo che il Committente potrà stampare qualora disponga dei mezzi necessari. Pertanto, è stato consegnato un CD contenente tutti gli elaborati del presente progetto oltre a un file di stampa divulgativo in PDF, una sorta di sintesi non tecnica, pronta per essere stampata da qualunque tipografia, che riassume i contenuti e i risultati del progetto.

APPENDICI

14. RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN 14757, 2005. *Water quality – Sampling offish with multi-mesh gillnets.*

UNI EN 14962, 2006. *Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods.*

European Union, 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L 327, 22.12.2000: 1-72.*

Direttiva 23 ottobre 2000, n. 60 (di seguito Dir. 2000/60/CE). Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Entrata in vigore il 22 dicembre 2000. Termine di recepimento: 22 dicembre 2003.

D.Lgs 03 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale (di seguito D.Lgs 152/2006).

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 08 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo (di seguito DM 260/2010).

Legge Regionale 05 dicembre 2008, n. 31 e s.m.i., "Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale" (di seguito **TU n. 31/2008 e s.m.i.**)

15. GLOSSARIO

Bertovello: rete a forma di cassone o cilindro, per la pesca da posta, munito di una o più aperture coniche incentrate le une sulle altre in modo da permettere al pesce l'entrata, bloccandone l'uscita. Spesso il bertovello è completato da reti direttrici o reti d'ala che servono ad indirizzare il pesce verso l'entrata del gabbione.

Cattura per unità di sforzo (CPUE, catch per uniteffort): è la biomassa catturata per ogni unità di sforzo applicata sullo stock, costituisce il più tradizionale indice di abbondanza degli stock ittici (Hilborn & Walters 1992).

Coorte: gruppo di individui di una stessa popolazione che è nato nello stesso periodo; lo studio dell'evoluzione demografica di una coorte (numero di individui nel tempo) è una delle tecniche più utilizzate per analizzare la dinamica di popolazione perché i parametri che governano la vita degli individui di una popolazione sono più simili all'interno della stessa coorte rispetto a quelli di coorti diverse.

Età di reclutamento: rappresenta la minima età alla quale la coorte può entrare nella selezione della pesca.

Età di prima cattura: è l'età a cui gli individui di una specie vengono catturati per la prima volta.

Massimo Raccolto Sostenibile, ovvero il *Maximum Sustainable Yield*: indica il quantitativo massimo catturabile per una specie ittica, senza danneggiare lo stock e senza intaccare la sua capacità di rinnovarsi.

Oltana: rete semplice da fondo.

Pala o pendente: reti semplici impiegate sia in forma volante che ancorate al fondo in una o su entrambe le estremità. Sono munite di più galleggianti all'estremità superiore al fine di determinare la profondità di azione della rete stessa.

Pseudocoorte: classi di nascita diverse prelevate in un singolo campionamento.

Reti Branchiali: reti che immagliano il pesce a livello delle branchie.

Reti Branchiali Multimaglia: reti branchiali costituite da pannelli con maglie di dimensioni differenti, tali da catturare individui di dimensioni diverse.

Reti Branchiali Multimaglia di Fondo: bentiche, ovvero posizionate sul fondo.

Reti Branchiali Multimaglia Pelagiche: galleggianti e collocate a varie profondità.

Reti in cubia: reti volanti posizionate al largo.

Stock: gruppo di pesci di una specie avente lo stesso tasso di crescita e di mortalità e abitante in una particolare area geografica (Sparre & Venema, 1992). Oppure, in termini più gestionali: parte di una popolazione ittica studiata dal punto di vista del suo utilizzo reale o potenziale (Ricker 1975).

Tramaglio: rete a mantello costituita da tre reti strettamente affiancate, di cui quella intermedia a maglie più strette, provviste superiormente di galleggianti e zavorrate inferiormente.

Water Framework Directive - WFD: Direttiva del Parlamento Europeo n.60 emanata nel 2000 che istituisce un quadro per la gestione delle acque.

16. ACRONIMI

B/R: biomassa x recluta

B-H: modello di Beverton e Holt

EP: Elettropesca

F(0.1): valore di F la cui tangente alla curva di variazione dei grammi /recluta in funzione dello sforzo di pesca presenta un coefficiente angolare pari ad un decimo di quello iniziale (limite fissato convenzionalmente per evitare inutili ed eccessive perdite di biomassa dello stock riproduttore a fronte di una limitata perdita della produzione, al fine di tutelare maggiormente le risorse ittiche); normalmente indicato come parametro cautelativo ai fini della tutela degli stock.

F: mortalità da pesca

K: coefficiente di Brody dell'equazione di Von Bertalanffy, che rappresenta la variazione della lunghezza del pesce in funzione dell'età

L_{∞} : Lunghezza massima teorica raggiunta da una specie ittica nel corso della sua vita (è un valore asintotico)

LFI: Lake Fish Index

M: mortalità naturale

MSY: Massimo Raccolto Sostenibile

MSY: Massimo Raccolto Sostenibile

q: coefficiente di catturabilità

RMB: reti branchiali multimaglia di fondo (bentiche, ovvero posizionate sul fondo)

RMP: reti branchiali multimaglia pelagiche (galleggianti e collocate a varie profondità)

S: tasso di sopravvivenza

Tc: età di prima cattura

Tr: età di reclutamento

W_{∞} : Peso massimo teorico raggiunto da una specie ittica nel corso della sua vita (è un valore asintotico)

WFD: Water Frame Directive

WP: Work Packages, ovvero Macro-attività in cui è diviso il progetto

Y/R: Produzione x Recluta

Z: mortalità totale (mortalità naturale + mortalità da pesca)

Acronimi delle specie ittiche

ACE: Acerina

AGO: Agone

ALB: Alborella

ANG: Anguilla

BAR: Barbo comune
BOT: Bottatrice
CAG: Cagnetta
CAR: Carassio
CAP: Carpa
CAV: Cavedano
COB: Cobite comune
COR: Coregone
COR_BO: Coregone bondella
COR_LA: Coregone lavarello
GAM: Gambusia
GAR: Gardon
GHI: Ghiozzo padano
LUC: Luccio
LUP: Lucioperca
PES: Persico sole
PET: Persico trota
PEG: Pesce gatto
PEP: Pesce persico
PIG: Pigo
PSE: Pseudorasbora
ROD: Rodeo amaro
SAF: Salmerino di fonte
SAL: Salmerino alpino
SAN: Sanguinerola
SAV: Savetta
SCA: Scardola
SCZ: Scazzone
SIL: Siluro
SPI: Spinarello
TIN: Tinca
TRI: Triotto
TRO_IR: Trota iridea
TRO: Trota lacustre
VAI: Vairone

17. BIBLIOGRAFIA

- Anderson, R. O. and R. M. Neumann, 1996.** Length, weight, and associated structural indices. Pages 447-482 in Murphy, B. R. and D. W. Willis, editors. *Fisheries Techniques*, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Baghenal T.B. & Braum E., 1978.** Eggs and Early Life History, in *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. International Biological Programme Handbook No.3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 165 - 201.
- Baghenal T.B. & Tesch F.W. 1978.** Age and Growth, in *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. International Biological Programme Handbook No.3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 101-136.
- Baker J.P., Olem H., Creager C.S., Marcus M.D. & Parkhurst B.R, 1993.** *Fish and Fisheries Management in Lake and Reservoirs*. EPA 841-R-93-002. Terrene Institute and U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 321 pp.
- Berg A. & Grimaldi E., 1967.** A critical interpretation of the scale structures used for the determination of annuli in fish growth studies. *Mem Ist. Ital. Idrobiol.*, 21: 225-239.
- Brown R., Pflugrath B., Colotelo A., Brauner C., Carlson T., Deng D., Seaburg A. 2012** Pathways of barotrauma in juvenile salmonids exposed to simulated hydroturbine passage: Boyle's law vs. Henry's law. *Fisheries Research* 2012 :121-122, 43 – 45.
- Busacker G.P., Adelman I.R. & Goolish E.M., 1990.** Growth, in *Methods for Fish Biology*. Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 363-388.
- Cada G.F., Coutant C., 1997.** Development of biological criteria for the design of advanced hydropower turbines. Report No. DOE/ID-10578. US Dept Energy, Idaho Operations Office, Idaho Falls, ID, USA.
- Chen, S., and S. Watanabe, 1989.** *Age Dependence of Natural Mortality Coefficient in Fish Population Dynamics*. Nippon Suisan Gakkaishi 55:205-208.
- CNR-ISE Sede di Verbania, 2007c.** *Monitoraggio della presenza del DDT e di altri contaminanti nell'ecosistema lago maggiore campagna 2006 – 2007. RAPPORTO FINALE 2001 – 2007*. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed). A cura di P. Guilizzoni & A. Calderoni. 108 pp.
- CNR-ISE, 2009.** *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. Report CNR-ISE, 02.09. A cura di A. Marchetto, A. Boggero, M. Ciampittiello, G. Morabito, A. Oggioni & P. Volta. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Verbania Pallanza. 154 pp.
- Crim L.W. & Glebe B.D., 1990.** Reproduction, in *Methods for Fish Biology*. Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 529-552.
- De Bernardi R. & Calderoni A., 2005.** "Problemi di qualità nelle acque lacustri italiane con particolare riferimento all'analisi a lungo termine di alcune problematiche ambientali nei grandi laghi subalpini" Atti del Convegno "Giornata dell'Acqua 2005". Accademia dei Lincei. Roma, 22 marzo 2005.
- Delmastro G. B., 1986.** Problemi relativi all'introduzione di specie esotiche di pesci nelle acque italiane. Atti I Conv. naz. A.I.I.A.D., Reggio Emilia, *Riv. Limnol.*, 14: 85-96.
- E.CO.G.E.A., 2010.** Test for evaluating the injuries suffered by downstream-migrating eels in their transiting through the new spherical discharge ring VLH turbogenerator unit installed on. *Rapport E.CO.G.E.A. pour F.M.F.*, 24 p. + annexes.

Environment Agency, 2014. "Screening at intakes and outfalls: measures to protect eel. *The Eel Manual*" (EA,)United Kingdom. 125 pp.

EPRI, 1987. Assessment of downstream migrant fish protection technologies for hydroelectric application. Stone and WebsterEngineering Corporation, Boston, Massachussets. EPRI AP-4711

ERSAF, 2009. Piano di gestione dello stock di Anguilla europea - Contributo di Regione Lombardia al Piano Nazionale per azioni locali sul territorio lombardo. A cura di GRAIA srl.

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. FishBiol.*, 56: 758-773.

Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, pp. 617.

Hamley M.J., 1975. Journal of the fisheries research board of Canada (*Review of gillnet selectivity*) - Vol 32 n°11 pp.1943-1960.

Hamley, J. M. 1975. Review of gillnet selectivity. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32: 1943–1969

Hewitt, D. A., and J. M. Hoenig, 2005. *Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity.* Fishery Bulletin 103:433-437.

Hightower J., 1999. *Quantitative Fisheries Management.* Internet online graduate level Zoology course at NC State university.

Hilborn, R., and C.J. Walters, 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics, and uncertainty.* London: Chapman& Hall.

Jensen, A. L., 1996. *Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival.* Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53:820-822.

Kibel, P., Pike, R. and Coe, T., 2009. The Archimedes screw turbine: assessment of three leading edge profiles – 8 mm steel edge, hard rubber and compressible bumper. Fishtek Consulting

Klemm D.J., Stober Q.J. & Lazorchak J.M., 1993. *Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters.* EPA/600/R-92/111. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH, 348 pp.

Kohl F., 2010. How manyCormorants in Europe? A documentation of EAA.

Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007. *Handbook of European freshwater fishes.* Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof Berlin, Germany

Larinier M. e Dartiguelongue J., 1989. La circulation des poissons migrateurs: le transit à travers les turbines des installations hydroélectriques. Bull. Fr. Pêche Piscic., Numéropécial 312-313.

Longoni V.&Fasola M., 2011. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2011. Regione Lombardia, Milano

Longoni V.&Fasola M., 2012. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2012. Regione Lombardia, Milano

Longoni V.&Fasola M., 2013. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2013. Regione Lombardia, Milano

Longoni V., Vigorita V., Cucé L. & Fasola M. 2010. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2010. Regione Lombardia, Milano.

- Mann R. H. K. & Steinmatz B., 1985.** On the accuracy of age-determination using scales from rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (L.), of known age. *J. Fish Biol.* **26**: 621-628.
- Monten E., 1985.** Fish and turbines. Fish injuries during passage through power station turbines. Vattenfall, Stockholm, 111 p.
- Montreal Engineering Company, Ltd, 1981.** Fish mortality as a function of the hydraulic properties of turbines. Canadian Electrical Association, Research and Development, report G 144, 75 p.
- Oppi E., 1989.** *Ricerche sui pesci del Lago di Garda*. Grafiche Fiorini, 65 pp.
- Parco del Ticino, 2007.** Piano di settore per la tutela della fauna ittica. A cura di GRAIA Srl.
- 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.
- Perkins N., Dixon D., Murtha B., 2011.** Better turbines – for the economy and fish alike. Workshop on Rehabilitation of Hydropower October 12th and 13th, 2011.
- Pitcher T.J. & Hart P.J.B., 1982.** *Fisheries Ecology*. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut. 414 pp.
- Quirós R., 1989.** *Structures assisting the migrations of non Salmonid fish: Latin America*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): 41 pp.
- Razzetti E., Pietro A., Silvia S. & Franco B., 2000.** Prima segnalazione di *Misgurnus anguillicaudatus* in acque interne italiane. Estratto dagli *Annali del Museo civico di storia naturale G. Doria Vol. XCIII*: 559-562.
- Regione Lombardia, 2010.** Programma della Pesca e dell'Acquacoltura della Regione Lombardia 2009-2012. A cura di GRAIA srl, ERSAF Lombardia – Struttura Attività fitosanitaria e certificazione di qualità.
- Regione Lombardia, 2012.** Programma della Pesca e dell'Acquacoltura della Regione Lombardia 2012-2014. A cura di GRAIA srl, ERSAF Lombardia – Struttura Attività fitosanitaria e certificazione di qualità.
- Richter, V. A., and V. N. Efanov, 1977.** *On one of the approaches for estimating natural mortality in fish populations*. TrAtlantNIRO, via FAO 73:77-85.
- Ricker W.E., 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* **191**, 383 pp.
- Robb D., 2011.** Hydropower's fish-friendly turbines. *Renewable Energy Focus*, Volume 12, Issue 2, March-April 2011, Pages 16-17.
- Rondinini, C., Battistoni, A., Peronace, V., Teofili, C. (compilatori). 2013.** Per il volume: Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Sparre P. & Venema S.C., 1992.** *Introduction to tropical fish assessment. Part I – Manual*. FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev.1, 376 pp.
- Volta P. & Muller, 2011.** *Indagini sui coregoni del Lago Maggiore: Analisi sui pesci catturati nel 2010*. Rapporto commissionato dal Dipartimento del territorio, Ufficio della caccia e della pesca. Bellinzona.
- Volta P., 2009.** *Indice per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica finalizzato alla valutazione dello stato ecologico dei laghi italiani: Lake Fish Index (LFI)*. In: Marchetto, A., A. Boggero, M. Ciampittiello, G. Morabito, A. Oggioni & P. Volta (a cura di), Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. Report CNR-ISE, 02-09: 91-111.
- Volta P., Grimaldi E., Calderoni A., Polli B., 2013.** Andamento della pesca professionale sul Lago Maggiore nel periodo 1979-2011

Volta P., Oggioni A., Bettinetti R & E. Jeppesen. 2011. Assessing lake typologies and indicator fish species for Italian natural lakes using past fish richness and assemblages. *Hydrobiologia* 671: 227-240

Volta P., Sala P., Campi B. & Cerutti I., 2014. *Protocollo di campionamento della fauna ittica nei laghi italiani*. Report CNR-ISE, 02-14.

Von Bertalanffy, 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* 10: 181-213.

Winter H.V., Jansen H.M., Bruijs M.C.M., 2006. Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. *Ecology of Freshwater Fish* 2006: 15: 221–228.

Zick D., Gassner H., Rinnerthaler M., Jager P. & Patzner RA., 2006. Application of population size structure indices to Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) in Alpine lakes in Austria. *Ecol. Freshw. Fish.*, 16: 54-63.

Provincia di Como 2014: <http://www.provincia.como.it>