



STUDIO DELLA FAUNA ITTICA DEL LAGO CERESIO 2020



Versione definitiva
dell'11 agosto 2023

Impressum



Titolare del progetto

Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento del Territorio
Divisione dell'Ambiente
Ufficio della caccia e della pesca
Via Franco Zorzi 13
6500 Bellinzona

Mandatari



Teleos sàrl
Les Rangiers 11^e
CH-2883 Montmelon
+41 78 743 48 00
www.teleos.info



Aquabios sàrl
Les Fermes 57
CH-1792 Cordast
+41 78 835 73 71
www.aquabios.ch



Oikos Sagl
Via Riale Righetti 20a
CH-6503 Bellinzona
+41 91 829 16 81
www.oikos.swiss

Documento realizzato da

Guy Périat, Jonathan Paris, Fanny Poulleau, Daniel Schlunke, Hervé Décourcière, François Degiorgi, Teleos
Pascal Vonlanthen, Aquabios Sagl
Marco Nembrini, Salvatore Calvaruso, Oikos Sagl

Supervisione

Danilo Foresti, Ufficio della caccia e della pesca UCP, Canton Ticino
Diego Dagani, Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Foto di copertina: Il Ceresio visto dalla sponda italiana.

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale dell'Ufficio della caccia e della pesca del Canton Ticino per l'entusiasta partecipazione alle indagini di campo e per aver messo a disposizione la propria attrezzatura e documentazione. Si ringraziano, inoltre, il Comune di Valsolda e la Sezione Pescatori Golfo di Agno per la messa a disposizione delle aree di lavoro a terra. Infine ringraziamo l'Ufficio della Caccia e della Pesca del Canton Ticino (UCP) e l'Ufficio Federale dell'Ambiente (UFAM) per l'aiuto finanziario accordato.

1. Sommario

1. SOMMARIO	3
RIASSUNTO	4
1 INTRODUZIONE	5
1.1 NECESSITÀ DI UN MONITORAGGIO DEI POPOLAMENTI ITTICI	5
1.2 I PESCI COME ECCELLENTI BIOINDICATORI	5
1.3 CONTESTO E OBIETTIVI	6
1.4 IL CERESIO	7
2 METODO	8
2.1 CARTOGRAFIA DEGLI HABITAT	8
2.2 TECNICHE DI CATTURA	10
2.3 DATI COMPLEMENTARI	11
3 RISULTATI	12
3.1 QUALITÀ CHIMICO-FISICA	12
3.2 QUALITÀ DEGLI HABITAT LITORALI	14
3.3 POPOLAMENTO PISCICOLO	18
3.3.1 <i>Piano di campionamento</i>	18
3.3.2 <i>Diversità ittica</i>	20
3.3.3 <i>Catture in termini numerici e di biomassa</i>	22
3.3.4 <i>Popolamenti ittici in ciascun bacino</i>	23
3.3.5 <i>Densità piscicole a confronto</i>	24
3.3.6 <i>Popolamento ittico corretto in funzione dell'ampiezza di ciascun habitat.</i>	31
3.4 CONFRONTO CON ALTRI LAGHI	32
3.4.1 <i>Utilizzo delle reti pelagiche</i>	32
3.4.2 <i>Utilizzo delle reti bentoniche 0-20m</i>	32
3.5 CONFRONTO CON LE STATISTICHE ALIEUTICHE	34
3.5.1 <i>Evoluzione storica del rendimento di pesca</i>	34
3.5.2 <i>Confronto fra rendimento della pesca e indagini standardizzate</i>	35
3.5.3 <i>Effetti della gestione attuale della pesca sulla struttura delle popolazioni</i>	35
4 DIAGNOSI ECOLOGICA DEL LAGO CERESIO	37
4.1 QUALITÀ DELL'ACQUA	37
4.2 HABITAT LITORALI	38
4.3 POPOLAMENTO PISCICOLO	39
4.4 CONFRONTO NEL TEMPO E CON ALTRI LAGHI	41
5 CONCLUSIONI	42
6 RACCOMANDAZIONI	43
7 BIBLIOGRAFIA	44

Riassunto

Nel 2020 il Canton Ticino in collaborazione con la Confederazione ha deciso di aggiornare l'inventario ittico standardizzato del Lago Ceresio realizzato nel 2011 in seno a "Projet Lac". Il protocollo di campionamento implementato, raccomandato dall'Ufficio federale dell'ambiente UFAM, prevede il campionamento obiettivo e standardizzato della fauna ittica tramite la posa di reti multimaglia e l'elettropesca lungo la fascia litorale.

Complessivamente, la densità piscicola è rimasta praticamente invariata rispetto al campionamento svolto nel 2011, sia per il bacino nord che per il bacino sud.

In termini di biodiversità, abbiamo dovuto constatare che le specie autoctone come l'alborella (da 20 anni oggetto di un programma di reintroduzione) oppure l'agone non sono stati rilevati nel 2020. Un risultato che però non esclude una loro presenza a densità di popolazione molto contenute. La stessa considerazione può essere fatta con il siluro, assente dal campionamento e tuttavia presente nelle statistiche di pesca. L'evoluzione limnologica in tempo recente sembra aver favorito ulteriormente il gardon, specie dominante nel Ceresio già nel 2011 a scapito del pesce persico, che rimane comunque la seconda specie in termini di effettivi.

La minore quantità di pesce catturata nel Ceresio nel 2020 dai pescatori amatoriali e professionisti va verosimilmente ricondotta allo scarso interesse rispetto al gardon, e non a una diminuzione del quantitativo di pesce complessivo nel lago.

Dal 2011 la biodiversità ittica in termini di specie indigene rilevate è ulteriormente diminuita. Le cause

sono verosimilmente da ricercare nella qualità delle acque. Infatti, sebbene gli sforzi in termini di depurazione abbiano permesso di ridurre le concentrazioni di fosforo, gli apporti di azoto sono in aumento e sono probabilmente all'origine della produzione algale e vegetale osservate. Questo eccesso di biomassa, unitamente all'aumento delle temperature registrato negli ultimi anni, influisce in estate e in autunno sull'ossigenazione delle acque in profondità e provoca la proliferazione di cianobatteri sulle zone litorali. Di conseguenza, nell'autunno 2020 è stata accertata l'assenza di pesci al di sotto dei 24 m di profondità, mentre nello stesso periodo nel 2011, i pesci erano stati catturati fino a 42 m.

In termini di qualità degli habitat litorali si segnalano pochi cambiamenti rispetto alla situazione del 2011, difatti il 62% delle sponde artificiali è rimasto tale. Le aree caratterizzate dalla presenza di ramaglia, le formazioni elofitiche e le zone di foce rappresentano degli *hotspot* di biodiversità ittica che vanno tutelati ove presenti e ricreati laddove possibile.

Al fine di contribuire a una protezione durevole di questo lago subalpino caratterizzato storicamente da un patrimonio ecologico eccezionale, sarà necessario continuare e intensificare gli sforzi per salvaguardare la qualità delle sue acque e preservare gli habitat litorali, come pure realizzare un programma ambizioso volto al loro ripristino. Qualora non venissero implementati gli interventi necessari, il Ceresio rischierebbe di perdere non solo il suo valore ambientale residuo, ma anche il suo interesse alieutico.

Parole chiave : lago - pesci - inventario standardizzato - conservazione - Ceresio - Lugano - inquinamento

1 Introduzione

1.1 Necessità di un monitoraggio dei popolamenti ittici

Molte specie ittiche endemiche vivono all'interno dei laghi alpini e subalpini [1, 2] e per le quali la Svizzera e i paesi limitrofi hanno una particolare responsabilità in materia di protezione e conservazione. Conformemente all'art. 1 cpv. 1 della Legge federale sulla pesca (LFSP; RS 923.0) e la Direttiva habitat (92/43/CEE), la biodiversità indigena e gli habitat che la sostengono devono essere preservati, migliorati o ripristinati. A tal fine, ogni Stato è tenuto a monitorare la qualità delle comunità biologiche (art. 11 e 12 LFSP e art. 8 WFD, 2000/60/CE).

Un ecosistema e gli organismi viventi che lo occupano possono essere protetti e salvaguardati solo se è noto il loro stato di conservazione. A partire dal 2010, nell'ambito del programma di ricerca "Projet Lac" [3] sono state condotte in maniera sistematica indagini complete e standardizzate sui popolamenti ittici dei grandi laghi perialpini. Fino ad allora, le conoscenze si basavano principalmente sull'esperienza delle autorità e dei pescatori, su osservazioni individuali, su monitoraggi mirati e su indagini scientifiche incentrate su singole specie, come ad esempio il coregone (*Coregonus* spp.).

I risultati di "Projet Lac" hanno permesso di completare tali conoscenze e, allo stesso tempo, di

portare alla luce risultati sorprendenti [3]; ad esempio, sono state scoperte, e successivamente distinte geneticamente, diverse specie prima sconosciute. Questi inventari forniscono informazioni preziose sull'uso degli habitat da parte delle specie ittiche, sulla loro densità assoluta e relativa, nonché sulla struttura delle popolazioni.

Allo stesso tempo permettono di seguire in modo più dettagliato e preciso l'evoluzione a lungo termine dei popolamenti ittici all'interno dei grandi laghi profondi. In tal modo, lo stato di conservazione dei popolamenti piscicoli e la sostenibilità della gestione alieutica possono essere verificati con assoluta obiettività e rigore scientifico.

Nel 2011 il Ceresio è stato uno dei primi bacini lacustri indagati in seno al "Projet Lac". A distanza di un decennio è risultato opportuno valutare la situazione della popolazione ittica e confrontarla, in particolare, con l'evoluzione della qualità dell'acqua e delle attività alieutiche. In considerazione di ciò, l'Ufficio della caccia e della pesca UCP del Canton Ticino con il sostegno della Sezione Rivitalizzazione e pesca dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM ha deciso di ripetere le indagini svolte nel 2011.

1.2 I pesci come eccellenti bioindicatori

I pesci rappresentano gli organismi acquatici che meglio integrano i fattori determinanti la qualità ecologica degli ecosistemi acquatici. Essi sono infatti contraddistinti dalle seguenti caratteristiche [4, 5] :

- elevata longevità, con una durata della vita media dai 2 ai 4 anni che in alcuni casi può arrivare a diversi decenni. Essi hanno il pregio di integrare gli effetti dei cambiamenti per un lungo periodo di tempo.
- ampio spettro alimentare, che include l'adattamento a diverse nicchie alimentari (da strettamente erbivori a carnivori che si nutrono esclusivamente di altri pesci);
- esigenze di qualità dell'acqua diverse da specie a specie, da cui ne consegue la regressione o meno di una o più specie rispetto alla situazione di riferimento;

- esigenze ecologiche e spaziali diverse, specifiche per ogni specie e fase di sviluppo. Sono quindi ottimi indicatori di alterazioni della qualità fisica degli ambienti a diversi livelli.

Interessarsi a un popolamento ittico è quindi il modo più completo, sia temporalmente che spazialmente, per determinare la qualità fisico-chimica e morfologica del suo ambiente di vita e, quindi, per valutare lo stato di conservazione dell'ecosistema acquatico che lo ospita.

Tuttavia, affinché i risultati delle indagini possano essere utilizzati, questi devono essere rappresentativi dei popolamenti presenti. Allo stesso

tempo, affinché sia garantita la loro compatibilità spaziale e temporale, i campionamenti devono essere standardizzati e riproducibili.

In aggiunta, alla luce di continui spostamenti dei popolamenti piscicoli all'interno dei grandi ecosistemi acquatici, è necessario sottoporre a indagine l'intero corpo idrico.

È soprattutto per tale motivo che l'inventario ittico standardizzato di un lago risulta piuttosto complesso da attuare ed è anche la ragione per cui storicamente non siano mai stati realizzati nei laghi svizzeri.

1.3 Contesto e obiettivi

Il programma di ricerca "Projet Lac" è stato completato alla fine del 2014, dopo l'analisi di 35 bacini lacustri [3]. Alla luce dei risultati conseguiti, l'UFAM ha deciso di proseguire le indagini, sovvenzionando l'ottimizzazione dei metodi di campionamento e l'inventario dei laghi non ancora indagati.

Nel 2020 è stato pubblicato un rapporto che verifica tutte le possibilità di ottimizzazione dei metodi di campionamento [6]. Ne è derivata la proposta di un protocollo d'indagine standardizzato per i corpi idrici, la cui applicazione è raccomandata a livello svizzero [7]. Questo permette di ottenere dei risultati comparabili con i dati storici del "Projet Lac" e con gli standard europei, essendo meno oneroso e riducendo drasticamente la mortalità, in particolare del novellame. Per questi motivi il metodo di campionamento standardizzato raccomandato da UFAM [7] è stato scelto per l'attuazione dei campionamenti sul Lago Ceresio nell'autunno del 2020.

Nell'ambito dell'inventario sono stati definiti i seguenti obiettivi specifici:

- Stabilire in maniera standardizzata la diversità e la densità relativa dei popolamenti piscicoli.
- Paragonare la situazione di settembre 2020 con quella riscontrata a ottobre 2011 e definire l'evoluzione dello stato di conservazione dell'ittiofauna con l'ausilio dei dati storici disponibili.
- Confrontare lo stato di conservazione del Ceresio a quello degli altri grandi laghi perialpini.
- Formulare raccomandazioni per la conservazione e, in caso di disfunzioni accertate, consigliare soluzioni per il loro miglioramento.

Questo studio beneficia del sostegno finanziario e logistico (materiale e operatori) del Canton Ticino (UCP) e della Confederazione Svizzera (UFAM).

1.4 Il Ceresio

Il Ceresio o Lago di Lugano è un lago d'origine glaciale che inonda una valle tortuosa, divisa in più sottobacini. Il bacino nord è il più profondo e raggiunge i 288 m di profondità. Una zona di acque basse lo separa dal bacino sud a livello di Melide-Bissone. Quest'ultimo, molto frastagliato, raggiunge una profondità massima di 95 m. Infine, nel punto più a valle, prima dello sbocco di Ponte-Tresa, è presente un piccolo bacino (prof. max 50 m).

La superficie totale del lago è di 48.7 Km² e raccoglie un volume d'acqua pari a 6'500 milioni di metri cubi. Le portate in transito sono dell'ordine di 5-10 m³/s in condizioni di magra e > 200 m³/s in condizioni di piena estrema. Il regime di deflusso è fluvio-glaciale. Il tempo stimato per il rinnovo delle acque del lago è di 11.9 anni per il bacino nord e di 2.3 anni per il bacino sud. La temperatura superficiale del corpo idrico supera frequentemente i 25 °C in estate.



Figura 1.1: Cartina del Ceresio (Wikipedia).

2 Metodo

2.1 Cartografia degli habitat

Durante la fase antecedente i campionamenti della fauna ittica si è proceduto a una ricognizione esaustiva via barca che ha permesso di suddividere geograficamente il corpo idrico in base agli habitat presenti (Figura 2.1). È stato applicato il metodo dei poli di attrazione, sviluppato da Degiorgi *et al.* [9]. La tecnica si basa essenzialmente sulla distinzione di tre comparti principali:

- Zona litorale, delimitata dalla rottura di pendenza fino a -3 m di profondità.
- Zona centrale, costituente la massa d'acqua al di sopra del fondale pianeggiante (>20 m).
- Zona sublitorale, che costituisce la zona di transizione tra la zona litorale e il fondale pianeggiante.

Ciascuno dei comparti lacustri viene poi suddiviso in poli di attrazione in funzione di tre criteri: profondità della colonna d'acqua, struttura di occupazione spaziale e presenza di un vettore idrologico (fiumi).

Sono state considerate come artificiali le rive protette al piede di sponda, con un rinforzo di genio civile (blocchi artificiali, muri, beton, ecc.).

L'indagine sulla fascia litorale svolta nell'estate del 2011 è stata ripetuta ad agosto 2020, secondo gli stessi principi e condizioni. È stato quindi effettuato un confronto della situazione degli habitat ripariali e della loro evoluzione negli ultimi dieci anni utilizzando un *software* GIS.



Figura 2.1: Sinistra: Cartografia degli habitat litorali in barca. Destra: Esempio di sponda protetta al piede, considerata come artificiale (immagini d'esempio di un lago svizzero).

Tabella 2.1: Designazione e descrizione dei diversi habitat litorali (foto: © M. Roggo, P. Vonlanthen, T. Polli).

Habitat	Immagine	Descrizione	Habitat	Immagine	Descrizione
Lotico		Zona in prossimità di un immissario (max 15 m).	Minerale		Substrato minerale colmatato da sedimenti fini, alghe, ecc. (diametro della ghiaia: 2-20 mm).
		Zona in prossimità dell'emissario (maz 15 m).			Substrato minerale di sabbia sciolta (diametro 0.2-2 mm).
Minerale		Superficie minerale (es.: roccia, falesia, ecc.) o artificiale (es. beton) con substrato, senza rifugi.	Organico		Substrato di elementi fini minerali (diametro <0.2 mm).
		Substrato minerale con rifugi per i pesci di grande taglia (diametro del blocco: >200 mm).			Substrato di elementi fini organici (diametro <0.2 mm).
		Blocchi senza interstizi (diametro dei blocchi: >200 mm) e/o colmatati. Rifugi per i pesci di grande taglia sempre o quasi sempre assenti.			Cumulo di materia organica formato da foglie, piccoli rami, ecc.
		Substrato minerale sciolto costituito da un misto di ciottoli e ghiaia (diametro 2-200 mm).			Grandi radici, legno morto o rami sommersi.
		Substrato minerale colmatato da sedimenti fini, alghe, ecc. (diametro dei ciottoli: 20-200 mm).			Vegetazione anfibia parzialmente sommersa (es. canneto o graminacee semisommerse).
		Substrato minerale sciolto costituito da un misto di ciottoli e ghiaia (diametro 2-200 mm).			Tutte le piante acquatiche sommerse e ancorate al fondo formanti una fitta vegetazione.
		Substrato minerale di ghiaia sciolta (diametro 2-20 mm)			Vegetazione acquatica con foglie flottanti (ninfee, lenticchie d'acqua, ecc.).

2.2 Tecniche di cattura

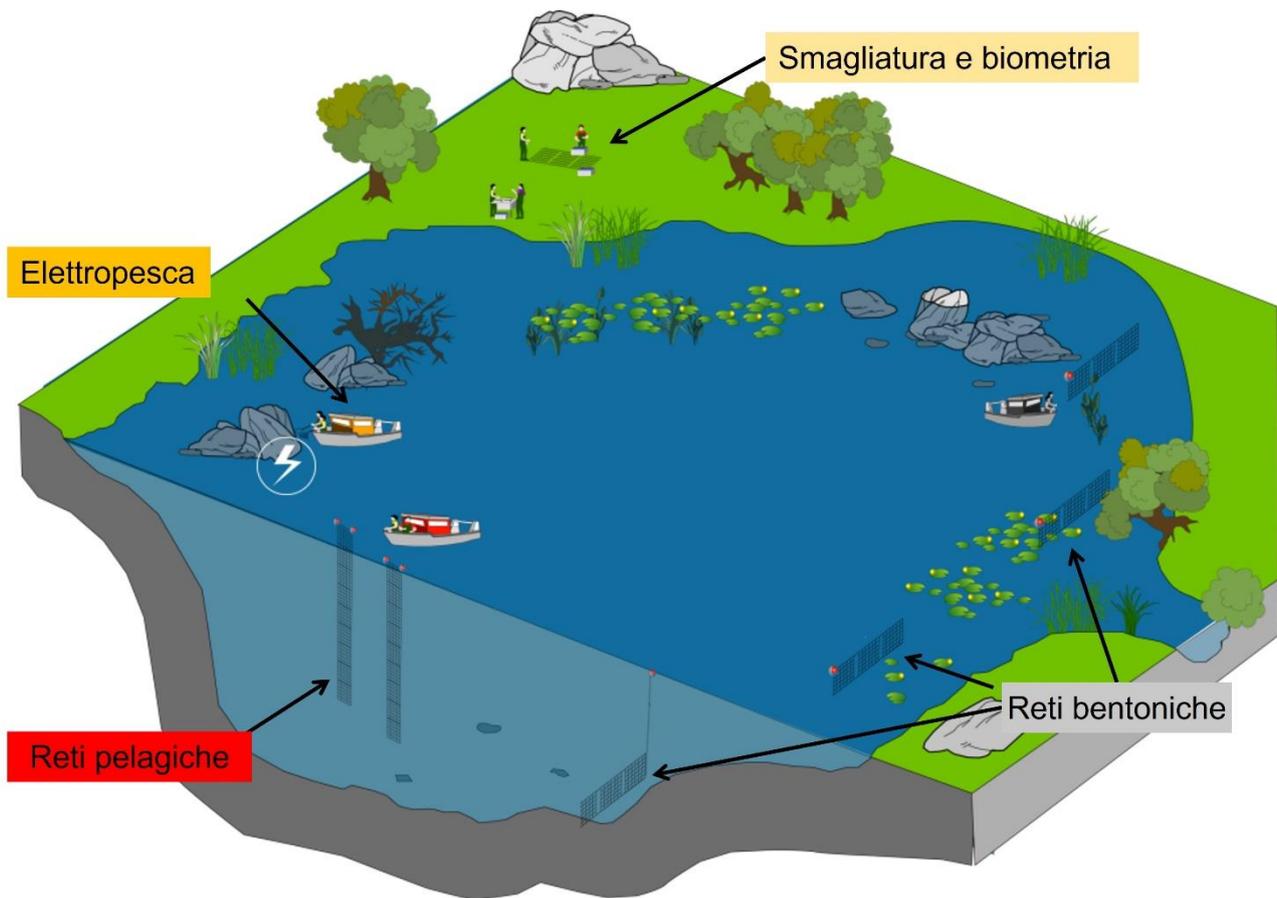


Figura 2.2: Illustrazione dei campionamenti ittici realizzati in simultanea nel periodo di stratificazione estiva/autunnale.

Dal 13 al 18 settembre 2020, l'inventario del Lago Ceresio è stato condotto tramite l'applicazione del metodo di campionamento dei corpi idrici raccomandato a livello federale (CEN-CH e VER-CH) [7]. Si tratta di una strategia di campionamento ottimizzata che limita la cattura di pesci giovani e riduce i costi di intervento. Ciononostante, i dati raccolti sono comparabili con i dati 2011 del "Projet Lac" (CEN e VER) e compatibili con gli standard europei. Va sottolineato che la campagna invernale concentrata sull'ecologia riproduttiva del coregone condotta nel 2011 non è stata ripetuta nel 2020.

Sono state messe in opera tre diverse tecniche di cattura: reti bentoniche, reti pelagiche e pesca elettrica lungo la fascia litorale. La strategia di campionamento è stratificata e aleatoria, quindi sono state prese in considerazione tutte le categorie di profondità e tipologie di habitat spondale, ma senza effettuare scelte particolari all'interno delle

classi. Le maglie utilizzate nel campionamento del 2020 (CEN-CH e VER-CH) sono le medesime del protocollo europeo CEN [10]. La dimensione delle reti è proporzionale al diametro delle maglie, il che consente di ridurre significativamente la cattura di novellame e ottimizzare i tempi di lavoro.

Tale approccio di indagine permette di calcolare per ciascuna tecnica il valore di rendimento di cattura standardizzato (*Catch Per Unit Effort*, CPUE) sull'intero corpo idrico. I risultati costituiscono una stima istantanea della diversità e della densità relativa di ciascuna specie ittica presente.

Tuttavia, considerato che alcuni pesci vengono catturati più efficacemente con le reti da posta rispetto ad altri, gli *stock* effettivi presenti nel lago differiscono sempre da quelli registrati dall'inventario standardizzato.

Ciononostante, i risultati possono essere confrontati senza alcun dubbio fra loro, perché lo sforzo di pesca è noto e i difetti intrinseci sono uguali fra le diverse campagne di pesca. L'evoluzione delle popolazioni e del loro stato di conservazione nel tempo e/o da un corpo idrico all'altro può quindi essere stimata e confrontata in modo oggettivo. Tuttavia, il grado di precisione è ampio e i confronti dovrebbero essere concentrati sulle specie più comuni. A titolo di esempio, lo sforzo di pesca del protocollo Europeo

CEN è stato progettato per identificare i cambiamenti del 50% nei popolamenti ittici per le specie ittiche dominanti [10].

Infine, è importante sottolineare che i risultati dell'inventario standardizzato differiscono dalle statistiche di pesca che rappresentano soprattutto il rendimento della pesca per le specie ricercate dai pescatori.

2.3 Dati complementari

I dati disponibili sulle caratteristiche chimico-fisiche e relative al rendimento della pesca sono stati forniti dalle autorità cantonali ticinesi e dalla Commissione

internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere CIP AIS. Le fotografie aeree sono tratte da swisstopo.

3 Risultati

3.1 Qualità chimico-fisica

La qualità dell'acqua del Ceresio è monitorata regolarmente dalla Commissione internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (CIPAIS).

Storicamente, il Ceresio, come gli altri laghi prealpini al Sud delle Alpi, era un lago oligotrofo [13]. A partire dagli anni '30-'40, l'inquinamento organico è aumentato fino a raggiungere la soglia massima di 130-140 µg/l di fosforo totale negli anni '80 (Figura 3.1).

Va notato che l'importante rimescolamento del bacino nord nel 2005-2006 ha rimesso in circolo una grande quantità di nutrienti precedentemente concentrati negli strati profondi e non ossigenati, il che spiega il picco osservato (Figura 3.1). I valori registrati nel 2020 sono prossimi a quelli immediatamente precedenti a quest'ultimo evento maggiore di rimescolamento della colonna d'acqua e si attestano tra i 60 µg/l del Bacino Nord e i 30 µg/l del Bacino Sud.

Globalmente, se da un lato il carico organico in ingresso rimane elevato, dall'altro il tenore in fosforo del Ceresio continua a diminuire (Figura 3.1).

Gli sforzi in materia di depurazione delle acque e la limitazione degli apporti organici a livello di bacino idrografico sembrano dare i loro frutti.

Tuttavia, gli apporti ancora troppo elevati di nutrienti, soprattutto azoto, assieme agli inverni caldi, provocano un'elevata produzione planctonica [12] che si traduce spesso in fioriture di cianobatteri come quella del 2020 [12bis] (Figura 3.2).

Questa particolare situazione contrasta il miglioramento atteso dello stato di conservazione del bacino lacustre a seguito delle riduzioni delle concentrazioni di fosforo.

In realtà, l'ossigenazione degli strati profondi è nuovamente peggiorata dal 2011, nonostante a partire dagli anni 2000 si siano avvertiti i primi segnali di miglioramento. Lo stato attuale indica che un ritorno ad una situazione simile o peggiore a quella degli anni '80 si è avverato nell'autunno del 2020, con un limite di ossigeno di 6 mg/l a profondità non superiori a 20 m di profondità nel bacino nord e 10 m di profondità nel bacino sud (Figura 3.3).

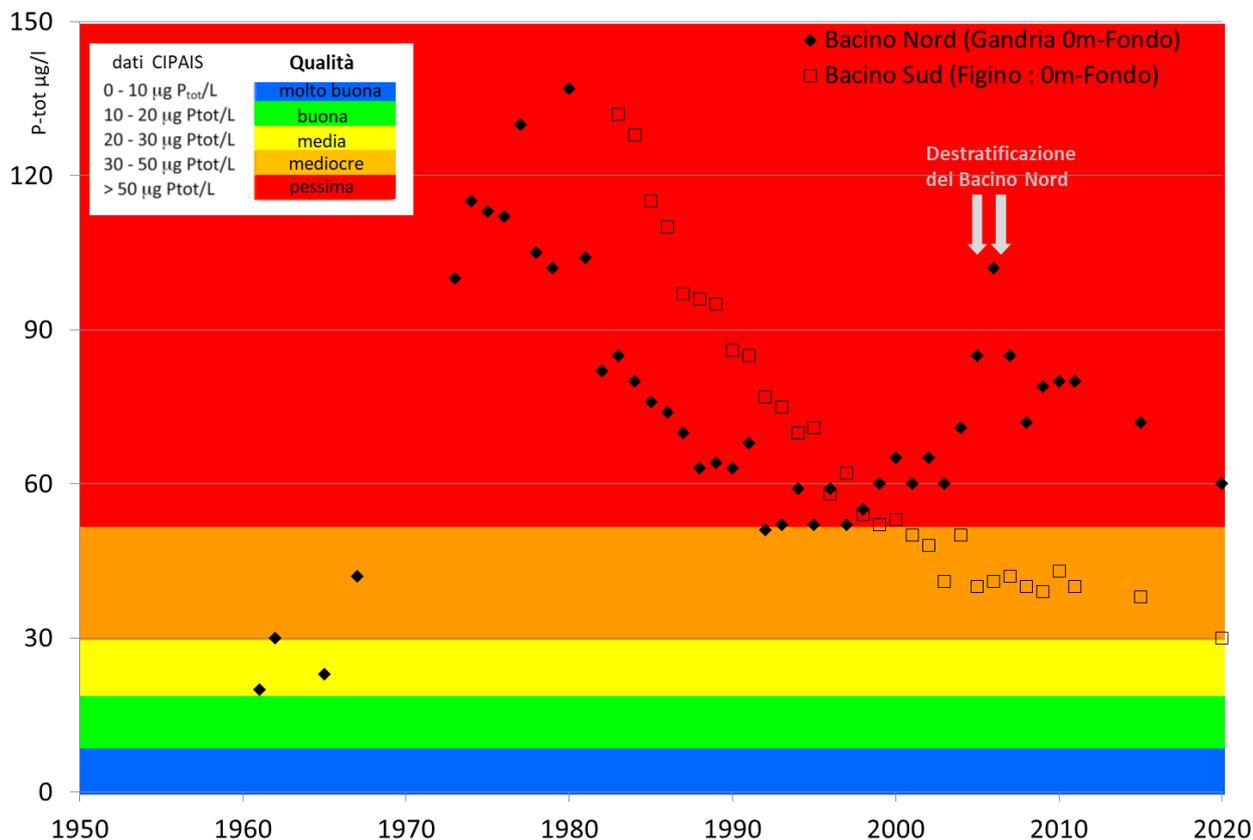


Figura 3.1: Evoluzione del tenore in fosforo totale del Ceresio secondo la classificazione trofica dell’OCDE (dati CIP AIS) e considerando l’intera colonna d’acqua.



Figura 3.2: Illustrazione dell’entità delle fioriture di cianobatteri, osservate nell’estate del 2020 sul Ceresio presso il lido di Agno, che hanno indotto l’autorità preposta a sconsigliare la balneazione e l’abbeveramento di animali nelle zone di lago interessate da questa fioritura.

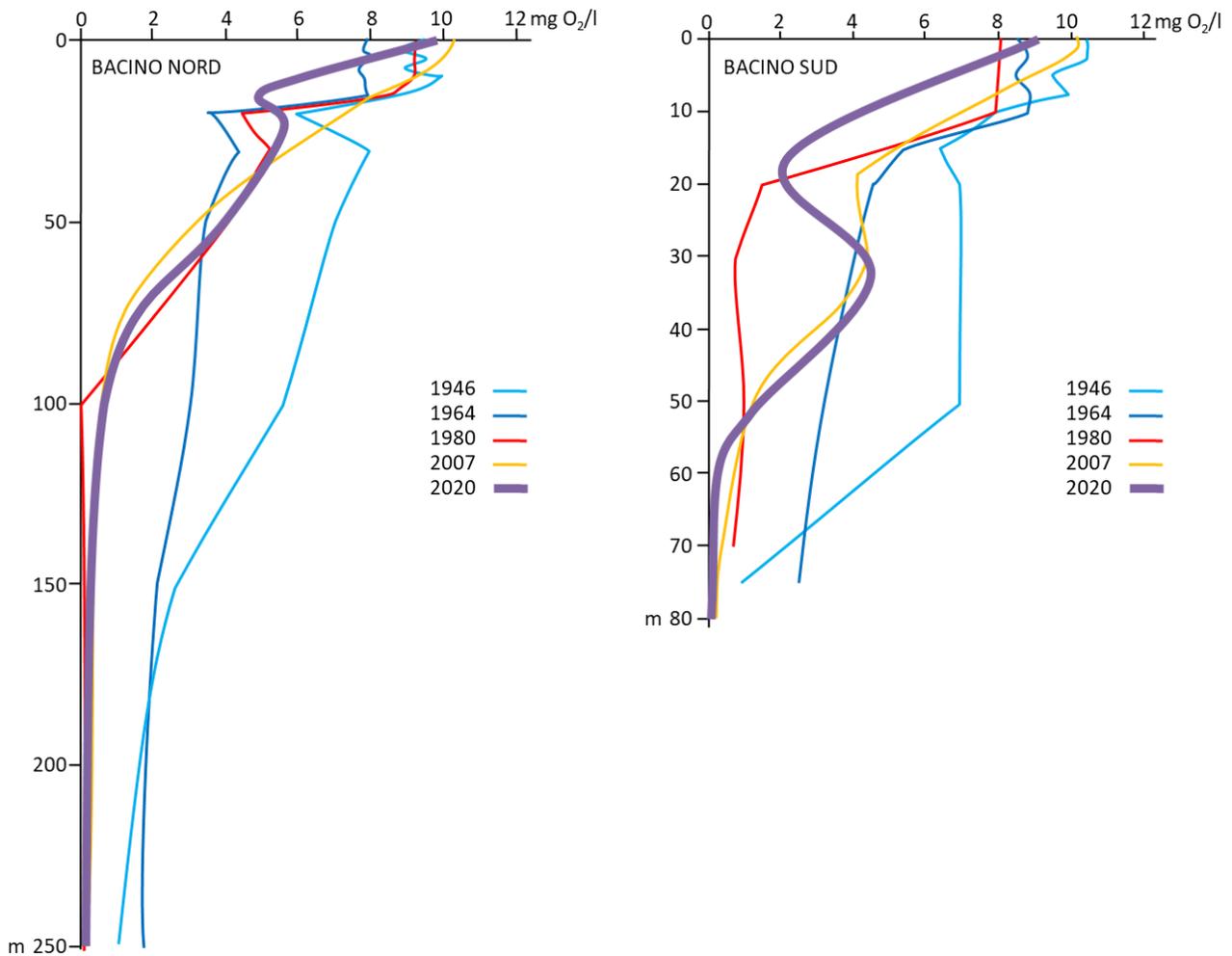


Figura 3.3: Evoluzione dell'ossigenazione della colonna d'acqua nel periodo di stratificazione autunnale ([14]; dati CIP AIS, www.cipais.org).

3.2 Qualità degli habitat litorali

La cartografia spondale degli habitat litorali del Ceresio è stata effettuata dal 19 al 21 agosto 2020 con il supporto dell'UCP. Il perimetro del lago è stato percorso con un'imbarcazione a bassa velocità. Sono stati verificati gli habitat già censiti nell'agosto del 2011, riscontrando pochi cambiamenti, tra cui un aumento di spiagge con ciottoli e ghiaia e di superfici a idrofite (vegetazione sommersa) (Figura 3.4).

In particolare, la vegetazione acquatica nelle zone modificate artificialmente dall'uomo (porti, spiagge balneari con boe e strutture per il tempo libero) è aumentata negli ultimi 10 anni, come illustrano le fotografie aeree disponibili (Figura 3.6).

Per quanto attiene alle superfici con ciottoli e ghiaia, le maggiori differenze si riscontrano nei pressi delle foci degli affluenti, con un leggero aumento delle dimensioni dei loro delta. La foce del fiume Mara a Maroggia è uno degli esempi più significativi (Figura 3.7).

Per quanto riguarda l'artificializzazione delle rive, la nota positiva è rappresentata dal fatto che la percentuale di sponde artificiali non è aumentata negli ultimi 10 anni. Rimane pertanto invariata la proporzione di 2/3 di rive artificiali o seminaturali e 1/3 di rive naturali riscontrata nel 2011 (Figura 3.8). D'altra parte, gli esempi di riqualifica del litorale sono rari, se non inesistenti. Si segnalano unicamente puntuali interventi di ripristino (messa

a dimora di piccoli nuclei di elofite, eliminazione di boe e pontili, rinaturazioni su piccola scala con riporto di materiale alluvionale, ecc.).

Globalmente, la situazione ecomorfologica del corpo idrico nel 2020 è simile a quella del 2011. Inoltre, non si sono verificati cambiamenti del

regime idrologico, in quanto restano in vigore le norme della regolazione del 1962. Eventi di piena si sono verificati, ma senza oltrepassare i livelli idrici massimi storici del 2002 (Figura 3.5). Gli eventi di siccità e le ondate di calore sono stati più frequenti tra il 2010 e il 2020 rispetto al periodo 2000-2010.

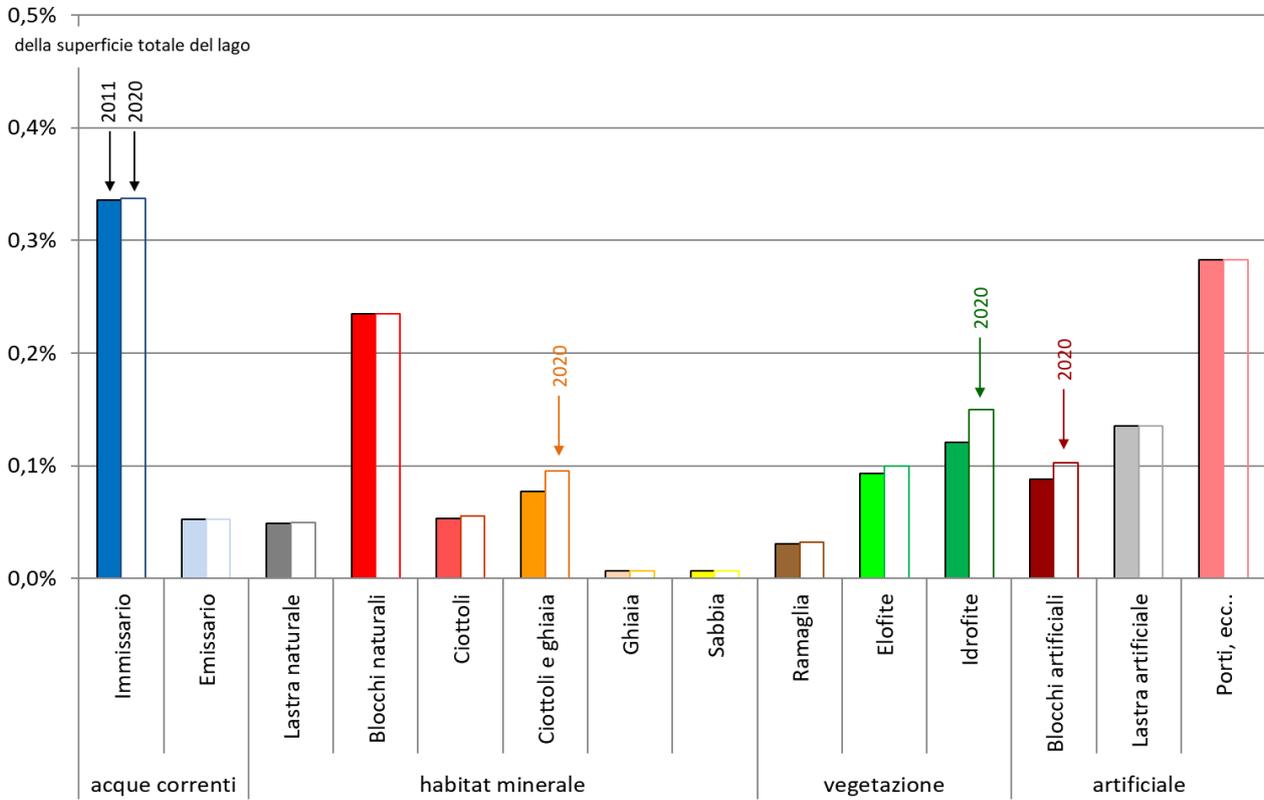


Figura 3.4: Confronto tra gli habitat litorali del Ceresio rilevati nell'estate del 2011 (colonne piene) e del 2020 (colonne vuote).

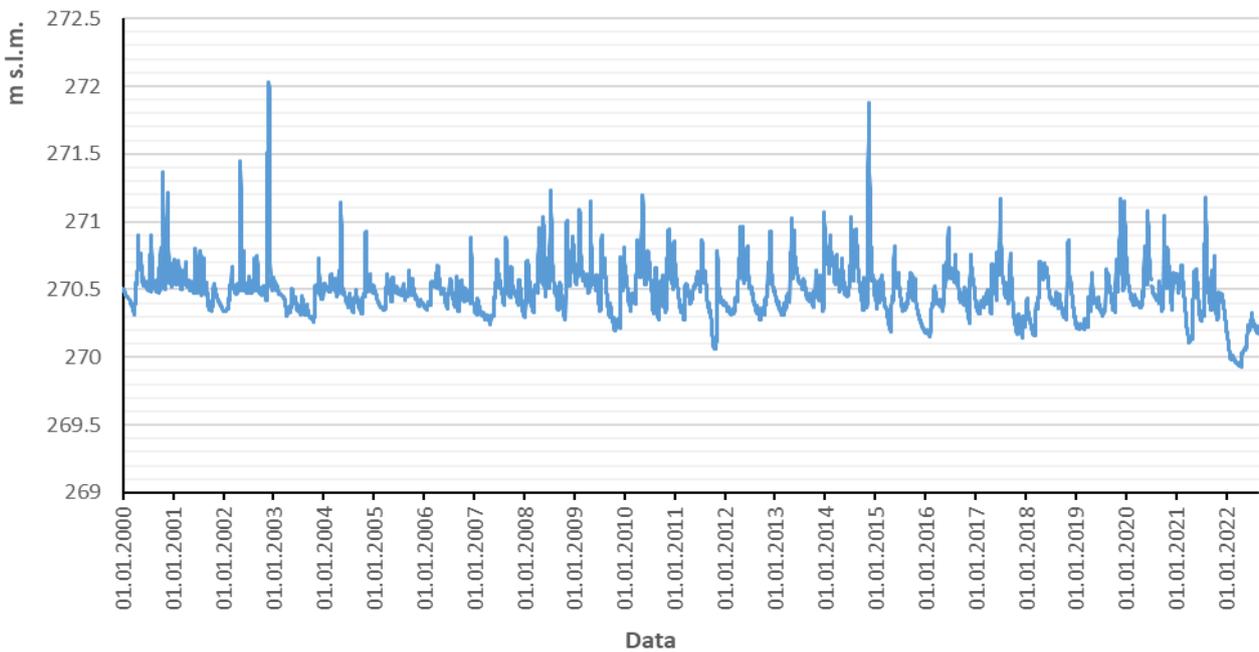


Figura 3.5: Dati relativi alla variazione del livello idrometrico del Ceresio dal 2000 al 2022 rilevati presso la stazione UFAM Melide-Ferrera (no.2101).



Figura 3.6: Esempio di sviluppo della vegetazione acquatica tra il 2011 e il 2020 sulle aree di svago artificiali a Melide.



Figura 3.7: Foce del fiume Mara tra il 2011 e il 2020. Si noti il leggero aumento delle dimensioni del delta legato ai depositi di ciottoli e ghiaia.

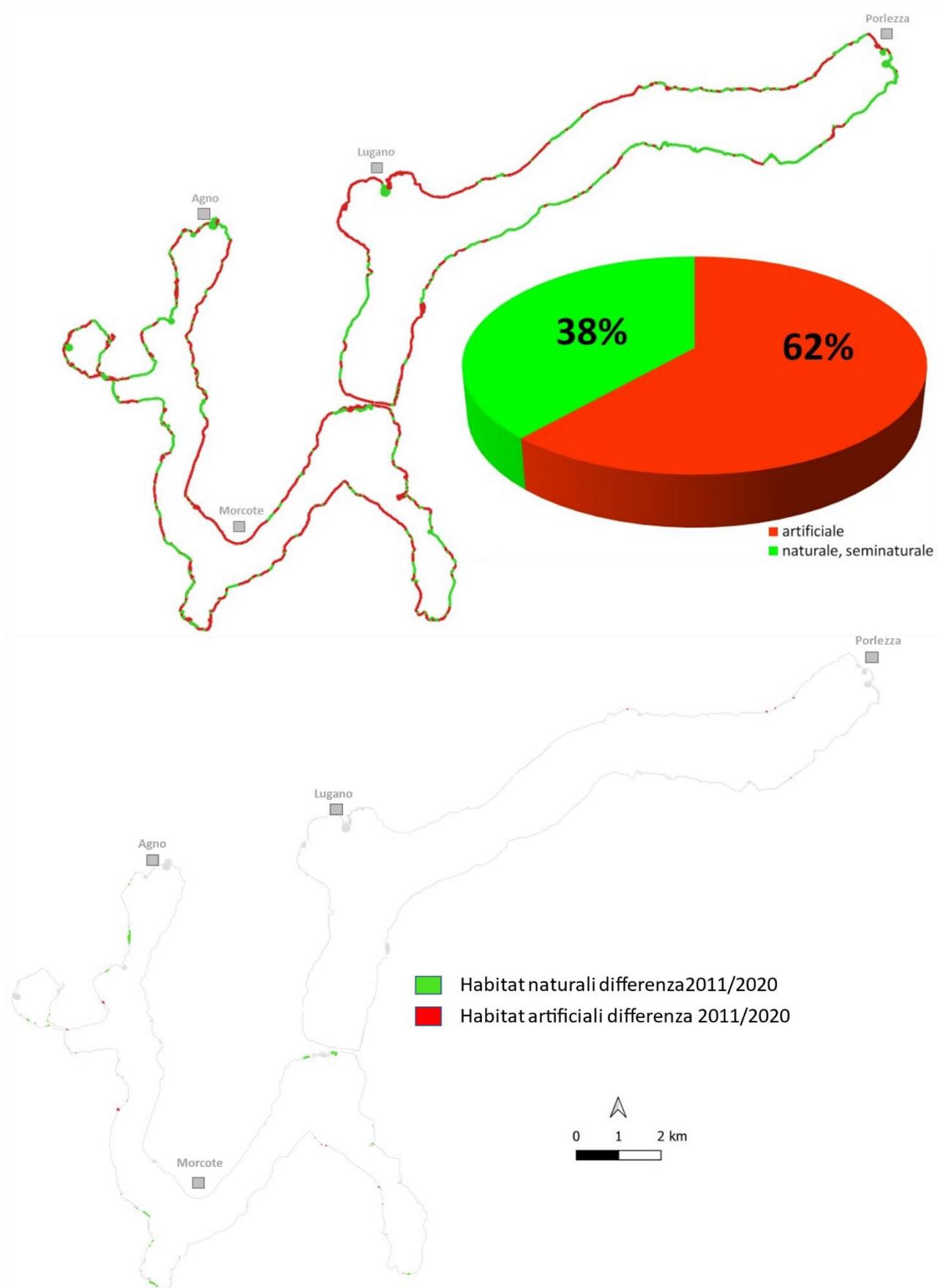


Figura 3.8: In alto: proporzione di litorale naturale/seminaturale e artificiale rilevati nel 2020. In basso: ubicazione delle differenze puntuali degli habitat constatate tra il 2011 e il 2020.

3.3 Popolamento piscicolo

3.3.1 Piano di campionamento

A settembre 2020, durante 4 notti e 5 giorni, sono state posate complessivamente 110 reti pelagiche (VER-CH) e bentoniche (CEN-CH) e sono stati effettuati 77 campionamenti tramite elettropesca (Figura 3.9 a Figura 3.11).

Tipo di pesca	2011	2020	Totale
	Dal 17 al 21 ottobre e dal 29 novembre al 27 gennaio 2012	dal 13 al 17 settembre	
CEN_benthic_CH		88	88
CEN_benthic_net	60		60
CEN_pelagic_net	24		24
Winter_net	45		45
Eel_trap	7		7
Electric_fishing	34	77	111
Vertical_pelagic_battery_CH		22	22
Vertical_pelagic_battery	20		20
Vertical_littoralbenthic_net	42		42
Totale azioni di pesca	232	187	419

Pesca elettrica	2011	2020	Totale
	18 agosto e dal 17 al 21 ottobre	dal 13 al 17 settembre	
Bacino nord	9	35	44
Bacino sud	25	42	67
Total action de pêche	34	77	111

Figura 3.9: Confronto tra le azioni di pesca del 2011 e il 2020.

Nell'ambito della campagna "Projet Lac" dell'ottobre 2011, durante la campagna estiva sono state utilizzate 146 reti CEN e verticali (VER), l'elettropesca è stata implementata in 34 punti e sono state collocate 7 nasse per anguille (Figura 3.10 e Figura 3.12).

Le campagne del 2020 e del 2011 sono risultate simili per sforzo e ripartizione dei punti di pesca, al netto delle migliorie apportate al protocollo di campionamento già menzionate nei capitoli precedenti (cf. § 2.2).

Classe di profondità	2011	2020
	CEN_benthic_net	CEN_benthic_CH
1-3m	8	14
3-6m	10	19
6-12m	11	16
12-20m	7	12
20-35m	11	12
35-50m	6	9
50-75m	5	4
>75m	2	2
Totale azioni di pesca	60	88

Classe di profondità	2011	2020
	Vertical_pelagic_battery	Vertical_pelagic_battery
000-003 m		1
000-006 m	4	6
000-012 m		3
000-020 m	4	3
000-035 m		1
000-050 m	4	2
000-075 m	1	1
000-100 m	5	3
000-220 m	1	1
000-280 m	1	1
Totale azioni di pesca	20	22

Figura 3.10: Ripartizione delle profondità di posa delle reti tra il 2011 e il 2020 durante la campagna estiva.

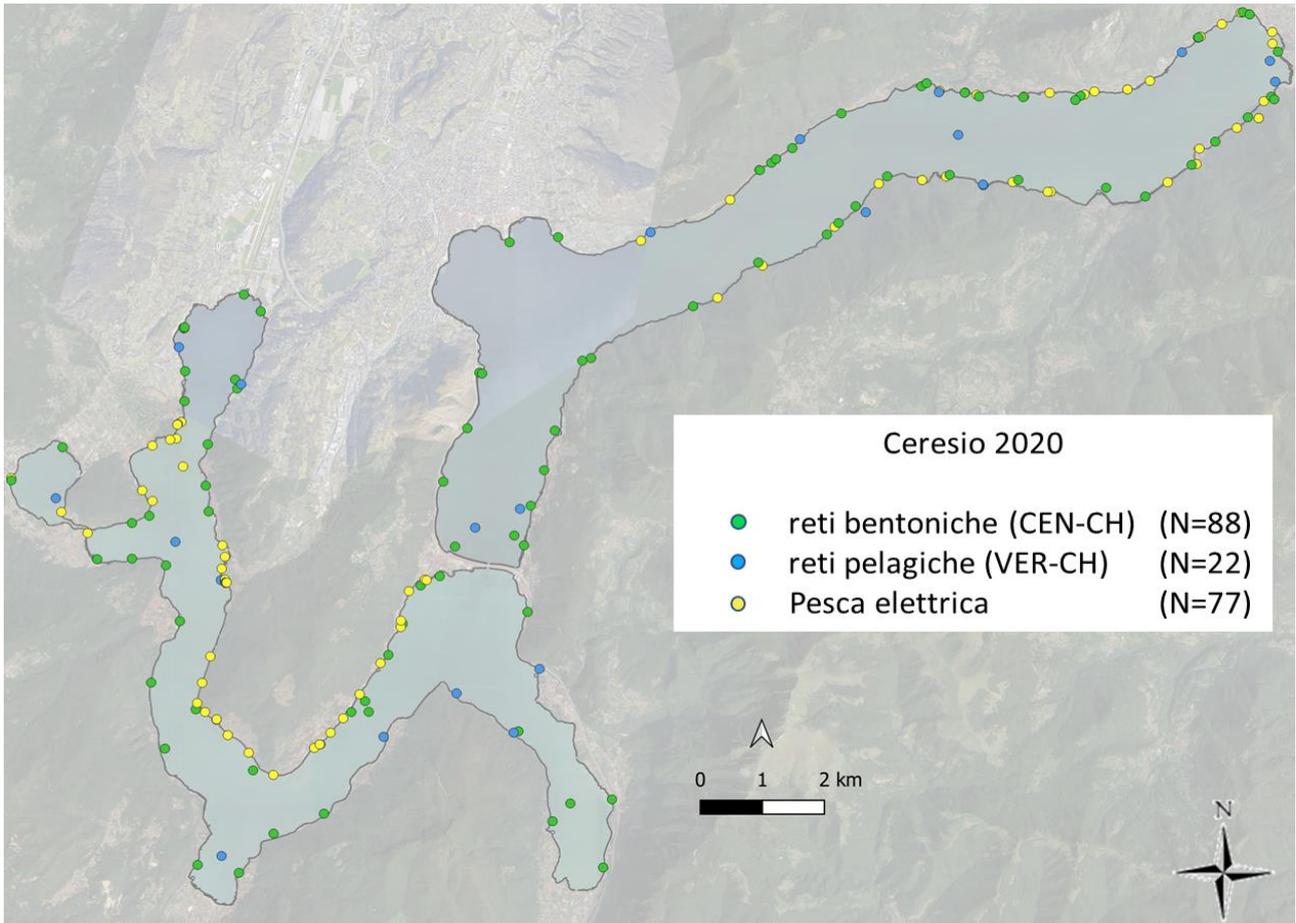


Figura 3.11: Piano di campionamento standardizzato del Ceresio a settembre 2020.

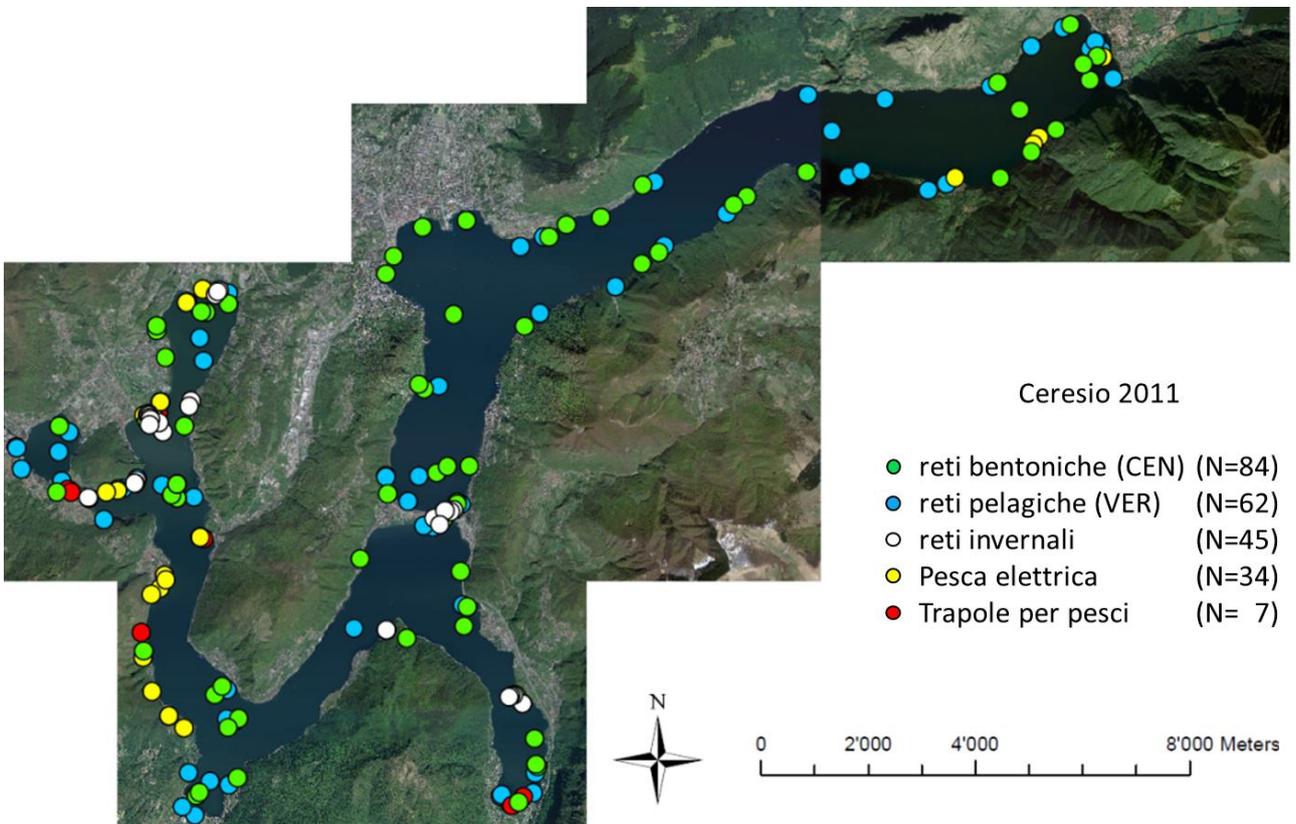


Figura 3.12: Piano di campionamento standardizzato del Ceresio a ottobre 2011.

3.3.2 Diversità ittica

I dati storici della letteratura indicano la presenza storica di 21 specie indigene di pesci nel lago Ceresio [15]. A partire dalla fine del XIX Secolo sono state continuamente introdotte nuove specie, a tal punto che nel 2018 l'Atlante nazionale "Atlas Pisces" [16] riconosceva la presenza di 37 *taxa* [16]. "Projet Lac" nel 2011 ha censito 22 *taxa*, di cui 13 indigeni [11]. Nel 2020 sono invece state catturate 20 specie, di cui solo 11 indigene (Tabella 3.1).

La perdita di diversità ittica originale del Ceresio non è ancora terminata. L'alborella (*Alburnus arborella*) e l'agone (*Alosa agone*), la cui densità risultava già molto bassa nel 2011, non sono stati più catturati durante i campionamenti del 2020. Le statistiche di pesca attestano una presenza molto modesta e in ulteriore calo dell'agone, mentre l'alborella è ancora ritenuta in pericolo critico di estinzione nelle acque del Ceresio. Questa specie protetta è oggetto da diversi anni di un progetto di reintroduzione del quale purtroppo non si vedono ancora degli effetti tangibili. La situazione di queste specie pelagiche autoctone all'interno del bacino lacustre appare quindi particolarmente critica.

Da notare che un barbo (*Barbus plebejus*) e una trota di lago (*Salmo trutta*) sono stati catturati alla foce del

torrente Cuccio (I), nel bacino nord. La presenza del leucisco (*Leuciscus leuciscus*), segnalato nel 2003 nel bacino sud [16] all'interno dell'affluente Magliasina, è stato riconfermato nel 2020.

L'anguilla (*Anguilla anguilla*), il salmerino (*Salvelinus umbla*) e l'alborella (originaria del Lario), ognuno rappresentata da un unico individuo campionato nel 2011, non sono più stati pescati nel 2020.

La determinazione morfologica sul genere *Rutilus* ha confermato che si tratta esclusivamente della forma introdotta del Nord delle Alpi (*R. rutilus*). Non è stata censita alcuna altra specie appartenente a questo genere tipica del bacino imbrifero adriatico (*R. pigus*, *R. aula*).

Per il cavedano (*Squalius squalus*) e la scardola (*Scardinius hesperidicus*), l'analisi morfologica ha rivelato unicamente la presenza della forma subalpina (Figura 3.13).

Nell'ambito della presente indagine non sono state condotte analisi genetiche per convalidare in via definitiva l'identificazione effettuata su criteri morfologici. Per alcuni individui, tuttavia, sono state scattate fotografie e prelevati campioni genetici per ulteriore approfondimento.

Tabella 3.1: Diversità osservata nel lago Ceresio nel tempo [15, 17, 16, 11].

Specie (indigene sottolineate)	Pavesi 1871-72	UFAM 1991-2003	"Atlas Pisces" CSCF	Projet Lac 2011	Campagna 2020
alborella	<i>Alburnus alborella</i>	1	1	1	1
agone	<i>Alosa agone</i>	1	1	1	
cheppia	<i>Alosa fallax</i>		1		
anguilla	<i>Anquilla anquilla</i>	1	1	1	
barbo canino	<i>Barbus caninus</i>		1		
barbo	<i>Barbus plebejus</i>	1	1		1
savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>	1	1		
cobite	<i>Cobitis sp.</i>	1	1		
scazzone	<i>Cottus gobio</i>	1	1		
carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	1	1	1	1
luccio	<i>Esox sp.</i>	1	1	1	1
piccola lampreda	<i>Lampetra zanandreae</i>	1	1		
bottatrice	<i>Lota lota</i>	1	1	1	1
ghiozzo	<i>Padoqobius bonelli</i>	1	1	1	1
pesce persico	<i>Perca fluviatilis</i>	1	1	1	1
sanguinerola	<i>Phoxinus sp.</i>	1	1		
triotto	<i>Rutilus aula</i>	1	1	?	
pigo	<i>Rutilus pigus</i>	1	1	?	
cagnetta	<i>Salario fluviatilis</i>		1	1	1
trota	<i>Salmo sp.</i>	1	1	1	1
scardola italiana	<i>Scardinius hesperidicus</i>	1	1	1	1
cavedano	<i>Squalius squalus</i>	1	1	1	1
strigione	<i>Telestes muticellus</i>	1	1	1	1
tinca	<i>Tinca tinca</i>	1	1	1	1
storione	<i>Acipenser sp.</i>		1		
alborella (origine Lario)	<i>Alburnus sp.</i>			1	
aspio	<i>Aspius aspius</i>		1		
pesce rosso	<i>Carassius auratus</i>	1	1		
carassio	<i>Carassius carassius</i>	1	1	1	1
carassio di Prussa	<i>Carassius gibelio</i>	1	1		1
lavarello, coregone	<i>Coregonus sp.</i>	1	1	1	1
gobione	<i>Gobio gobio</i>	1	1		
pesce gatto	<i>Ictalurus melas</i>		1		
persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i>		1	1	1
leucisco	<i>Leuciscus leuciscus</i>		1		1
boccalone	<i>Micropterus salmoides</i>		1	1	1
trota iridea	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		1		
rovella	<i>Rutilus rubillo</i>			?	
gardon	<i>Rutilus rutilus</i>		1	1	1
salmerino	<i>Salvelinus umbla</i>		1	1	
lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>		1	1	1
siluro	<i>Siluro glanis</i>		1		
Specie INDIGENE		21	24	23	14
Specie INTRODOTTE		0	13	16	8
Specie TOTALI		21	37	39	22
gambero rosso della louisiana	<i>Procambarus clarkii</i>		1	1	1
gambero americano	<i>Faxonius limosus</i>		1	1	1



Figura 3.13: Fotografie di Scardola (a sinistra), Gardon (in alto al centro e a destra) e Cavedano (in basso a destra) catturati a settembre 2020.

3.3.3 Catture in termini numerici e di biomassa

A settembre 2020, sono stati catturati complessivamente 5'923 pesci e 56 gamberi, per una biomassa totale di 231 Kg (Tabella 3.2). Una volta effettuata la raccolta dei dati biometrici, gli individui ancora vitali sono stati rilasciati nel lago, mentre gli altri sono stati consegnati allo zoo "Al Maglio". A titolo di paragone, a ottobre 2011 le catture sono state di 6'867 effettivi, per una biomassa complessiva di 191 Kg.

Rispetto al pescato annuo conseguito dai pescatori professionisti e dilettanti, il prelievo operato dal presente campionamento è trascurabile. Infatti, la biomassa totale annua prelevata dai pescatori supera regolarmente i 30'000 kg complessivi (statistiche di pesca UCP; CISPP).

Tabella 3.2: Numero e biomassa in termini assoluti di pesci campionati durante gli inventari standardizzati dell'ittiofauna a ottobre 2011 e settembre 2020.

Specie (indigene sottolineate)		2011		2020	
		N	Kg	N	Kg
pesce persico	<u>Perca fluviatilis</u>	5625	88,48	2799	77,92
gardon	<u>Rutilus sp</u>	921	31,96	2192	50,03
lucioperca	<u>Sander lucioperca</u>	106	18,35	606	59,76
cagnetta	<u>Salaria fluviatilis</u>	44	0,05	110	0,28
boccalone	<u>Micropterus salmoides</u>	37	4,15	4	0,26
trota	<u>Salmo sp</u>	24	1,18	6	1,77
persico sole	<u>Lepomis gibbosus</u>	21	0,47	39	1,36
strigione	<u>Telestes muticellus</u>	20	0,25	50	0,30
cavedano	<u>Squalius squalus</u>	15	13,91	24	7,17
bottatrice	<u>Lota lota</u>	14	1,46	1	0,17
lavarello	<u>Coregonus sp</u>	8	0,74	9	0,87
luccio	<u>Esox sp</u>	8	2,67	1	0,53
scardola	<u>Scardinius hesperidicus</u>	7	3,36	26	3,42
tinca	<u>Tinca tinca</u>	6	11,94	4	9,96
ghiozzo	<u>Padoqobius bonelli</u>	4	0,01	8	0,03
carpa	<u>Cyprinus carpio</u>	2	10,63	3	9,38
alborella	<u>Alburnus arborella</u>	2	0,03		
salmerino	<u>Salvelinus umbla</u>	1	0,09		
carassio	<u>Carassius carassius</u>	1	1,42	4	1,38
carassio	<u>Carassius gibelio</u>			3	1,55
agone	<u>Alosa agone</u>	1	0,15		
leucisco	<u>Leuciscus leuciscus</u>			33	0,38
barbo	<u>Barbus plebejus</u>			1	
	Totale	6867	191,47	5923	231,07
anguilla	<u>Anquilla anquilla</u>	1	0,17		
gambero americano	<u>Faxionus limosus</u>	21	0,25	56	0,52

3.3.4 Popolamenti ittici in ciascun bacino

La densità e la ripartizione di ciascuna specie di pesci all'interno di un bacino lacustre non è uniforme [9]. La precisione dei dati forniti dalle reti verticali permette di mettere in risalto questa ripartizione eterogenea. Più ci si allontana dal litorale, minore è la diversità osservata. Va inoltre

notato che non sono presenti pesci nella zona profonda (Figura 3.14 e Figura 3.15) e che per il bacino sud la concentrazione di pesci nello strato più superficiale e del lucioperca nella parte pelagica del lago appaiono ancora più pronunciate a settembre 2020 rispetto a ottobre 2011.

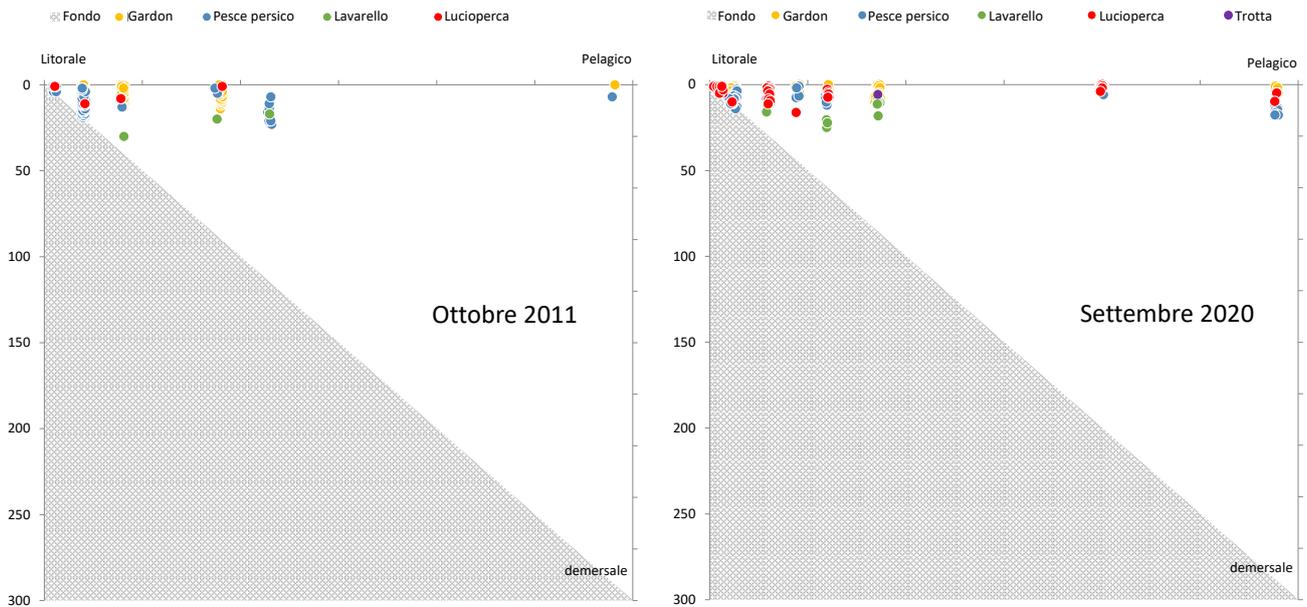


Figura 3.14: Ripartizione verticale comparata delle principali specie campionate nel bacino nord del Ceresio [ciascun punto corrisponde a un individuo catturato, considerati solo i dati relativi alle reti pelagiche].

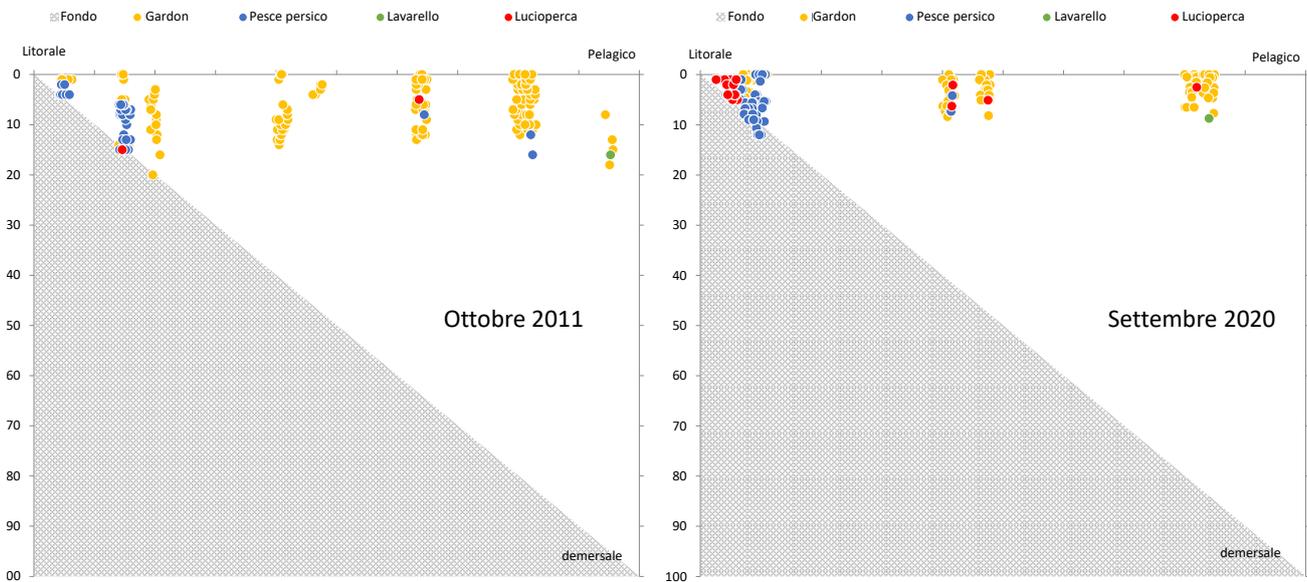


Figura 3.15: Ripartizione verticale comparata delle principali specie campionate nel bacino sud del Ceresio [ciascun punto corrisponde a un individuo catturato, considerati solo i dati relativi alle reti pelagiche].

Le medesime considerazioni possono essere effettuate con le reti bentoniche: la ripartizione dei pesci in funzione della profondità è leggermente diversa tra ottobre 2011 e settembre 2020. Mentre a ottobre 2011 sono stati catturati pesci fino a 42 m di profondità, a settembre 2020 le catture non hanno superato i 24 m, indipendentemente dal bacino. Nell'autunno 2020, al di sotto dei 24 m di profondità il lago è risultato, dai nostri rilevamenti, totalmente privo di pesce.

Se in autunno 2011 si era notato un miglioramento nella distribuzione della fauna ittica nella colonna

3.3.5 Densità piscicole a confronto

Tenuto conto della compatibilità dei protocolli del 2011 e del 2020, è possibile calcolare densità di cattura statisticamente comparabili (individui (N) o biomassa (B) catturati per km di reti (PUE)). Tuttavia, l'analisi della densità di cattura numerica (NPUE) è preferibile a quella della densità di cattura di biomassa (BPUE), poiché quest'ultima può già venire influenzata dalla cattura di un singolo individuo di grosse dimensioni.

d'acqua rispetto allo studio di Müller *et al.* del 1992 [18], che non aveva osservato pesci al di sotto dei 10 m nel bacino sud (hydroacoustic survey; settembre 1989), nel 2020 la situazione sembra essere leggermente peggiorata rispetto a 2011. Va precisato che la situazione autunnale di un bacino lacustre non rappresenta un'istantanea variabile che si modifica da un giorno all'altro. In ambiente temperato si tratta di una situazione che integra le condizioni di funzionamento limnologico dei mesi o degli anni precedenti. Il periodo di massima stratificazione autunnale rappresenta il momento più critico a livello limnologico al quale viene sottoposto il popolamento ittico.

In termini di densità di cattura (NPUE) comparata per tutti i protocolli combinati, le differenze osservate tra la campagna del 2011 e quella del 2020 sono contenute e non significative (T-Test $p=0.247$), sia per i due bacini combinati che separatamente (Figura 3.16). Il bacino nord sembra presentare una densità maggiore di pesci superiore a quella del bacino sud.

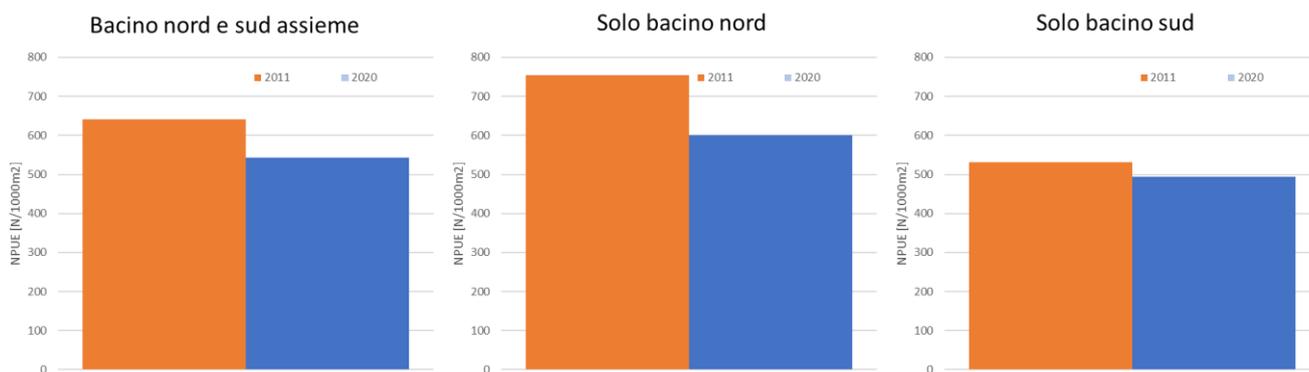


Figura 3.16: Densità di cattura comparata per tutti i protocolli di cattura combinati (reti pelagiche e da fondo) a confronto (N CPUE) tra le campagne ottobre 2011 e settembre 2020.

Anche lungo il gradiente di profondità le differenze sono molto ridotte (Figura 3.17). Nel 2020, la fascia di profondità da 1 a 3 m sembra essere più densamente popolata di quella dai 6 ai 12 metri. Tale differenza può essere spiegata dalla leggera differenza nel periodo nel quale il campionamento è stato effettuato (metà settembre 2020 e metà ottobre 2011). Infatti, con

una temperatura dell'acqua in superficie che diventa più fredda, in autunno i pesci hanno la tendenza a rifugiarsi in profondità nella misura consentita dal tenore di ossigeno. Al di sotto dei 24 m di profondità, la densità già estremamente ridotta riscontrata nel 2011 è diventata nulla nel 2020.

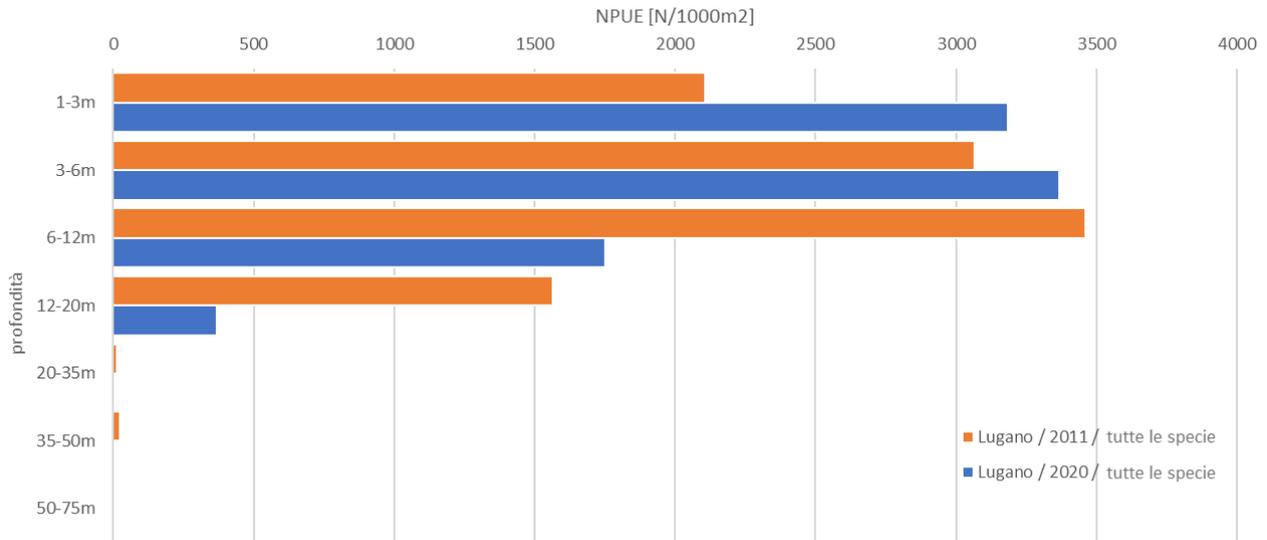


Figura 3.17: Confronto tra la campagna del 2011 e quella del 2020 relativa alla ripartizione delle catture realizzate tramite reti bentoniche per gradiente di profondità nei due bacini combinati.

In termini di differenza tra specie, la densità del pesce persico tra 0 e 20 m di profondità (Figura 3.18) risulta significativamente inferiore nel 2020 rispetto al 2011 (T-test $p < 0.05$).

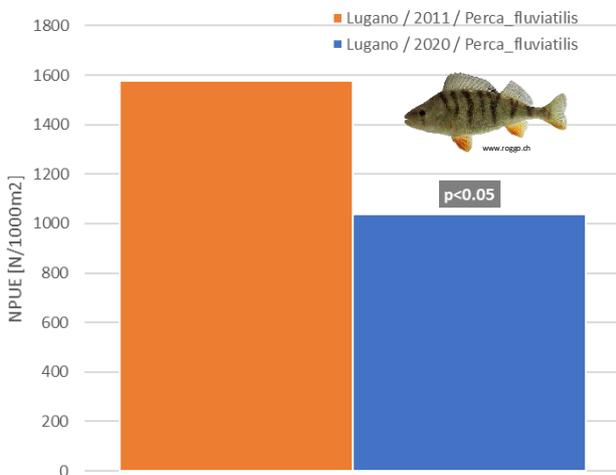


Figura 3.18: Confronto tra la campagna del 2011 e quella del 2020 relativa alla densità degli individui di pesce persico catturati tramite reti bentoniche nei due bacini combinati (0-20m di profondità).

Al contrario, il gardon e il lucioperca presentano delle densità nettamente superiori nel 2020 all'interno della fascia spondale fra 0 e 20 metri di profondità (Figura 3.19 e Figura 3.20).

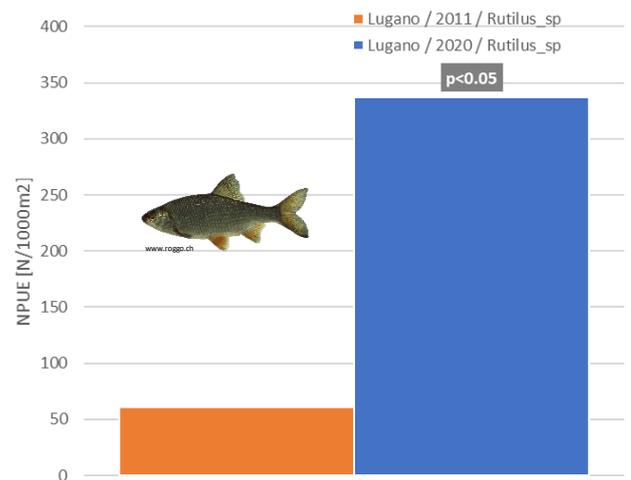


Figura 3.19: Confronto tra la campagna del 2011 e quella del 2020 relativa alla densità degli individui di gardon catturati tramite reti bentoniche nei due bacini combinati (0-20m di profondità).

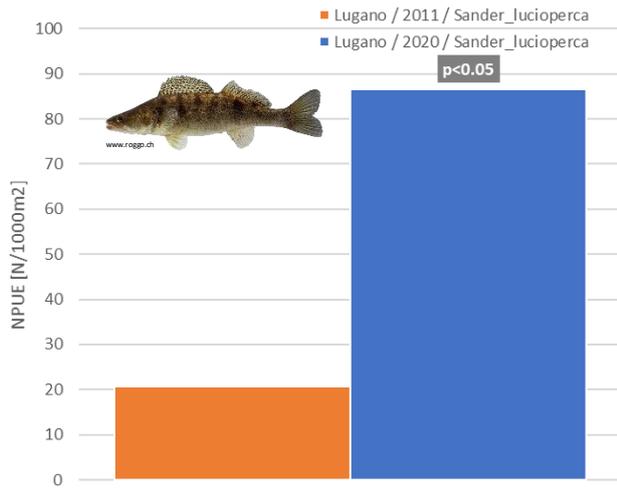


Figura 3.20: Confronto tra la campagna del 2011 e quella del 2020 relativa alla densità degli individui di lucioperca catturati tramite reti da fondo nei due bacini combinati (0-20m di profondità).

Per le altre specie, il cui contributo al totale delle catture è molto ridotto (<math>< 5\%</math>), le differenze tra il 2011 e il 2020 non sono significative.

Dal punto di vista della ripartizione geografica (da Figura 3.21 a Figura 3.26), si osserva che l'aumento della densità del gardon e del lucioperca è comune ai due bacini. Al contrario, la densità del pesce persico sembra essersi ridotta principalmente nel bacino sud. Per i coregoni, le catture sono avvenute nei medesimi siti, ma con densità maggiori. La densità della cagnetta nel bacino sud sembra essere aumentata, mentre il persico trota sembra non essere aumentato rispetto a 2011. Infine, durante la campagna del 2020 il ghiozzo è stato catturato anche nel bacino nord, mentre nel 2011 era stato catturato solo nel bacino sud.

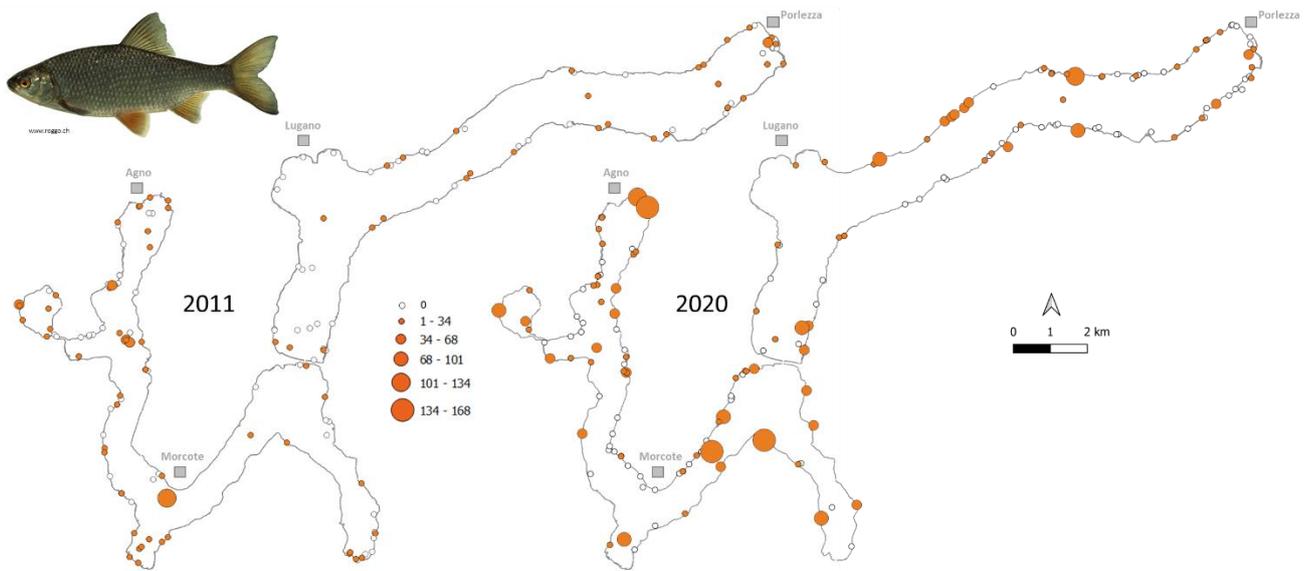


Figura 3.21: Ripartizione geografica della densità di gardon catturati mediante pesca elettrica [N/m²] e mediante reti [N/1000m²].

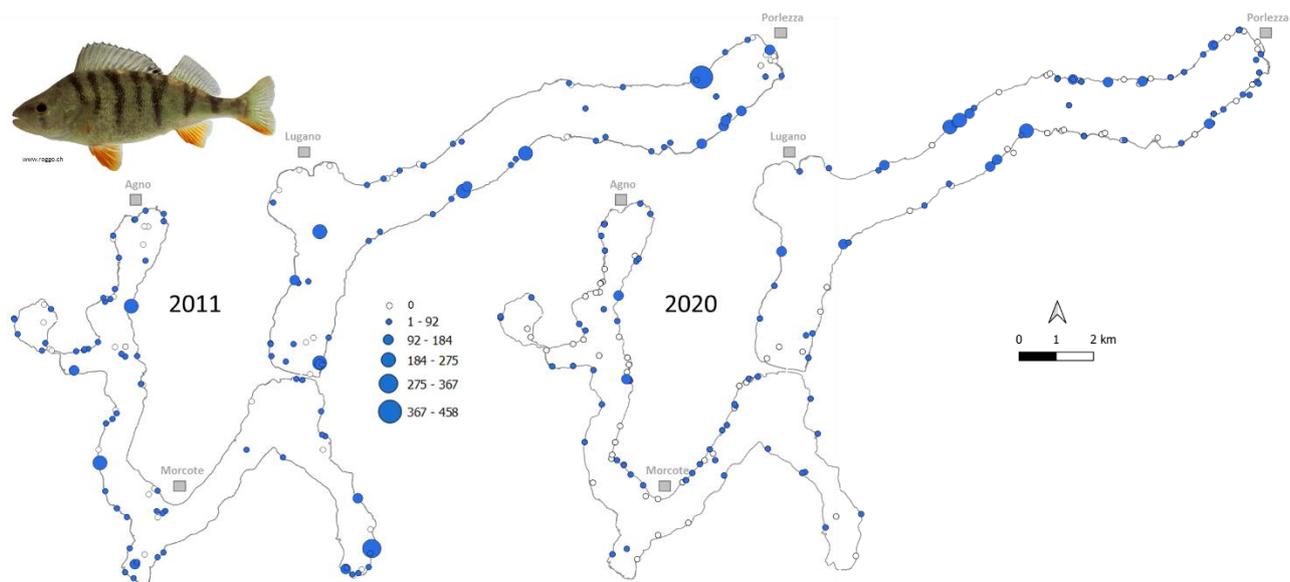


Figura 3.22: Ripartizione geografica della densità di pesci persici catturati mediante pesca elettrica [N/m²] e mediante reti [N/1000m²]

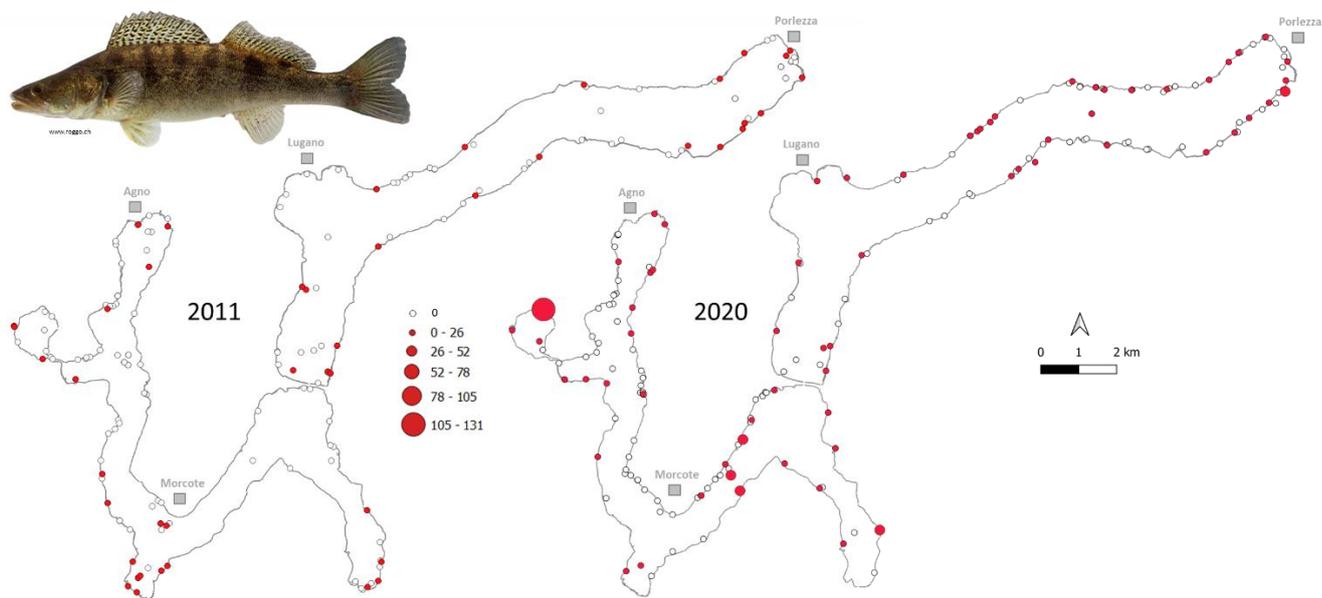


Figura 3.23: Ripartizione geografica della densità di lucioperca catturati mediante pesca elettrica [N/m²] e mediante reti [N/1000m²]

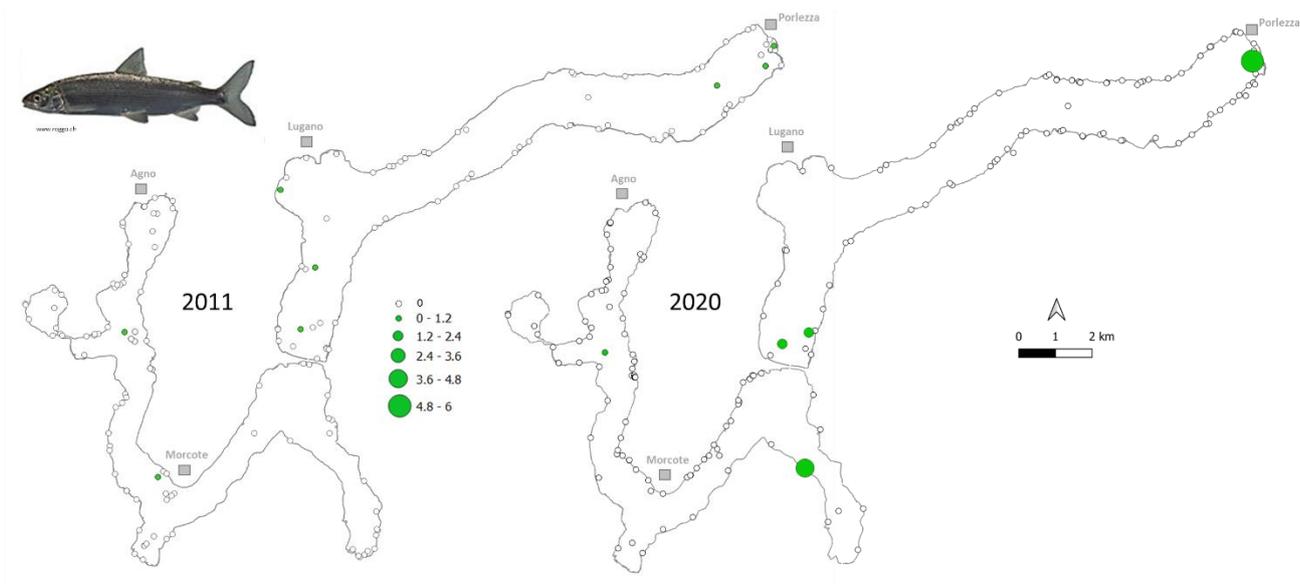


Figura 3.24: Ripartizione geografica della densità di coregoni catturati mediante pesca elettrica [N/m²] e mediante reti [N/1000m²]

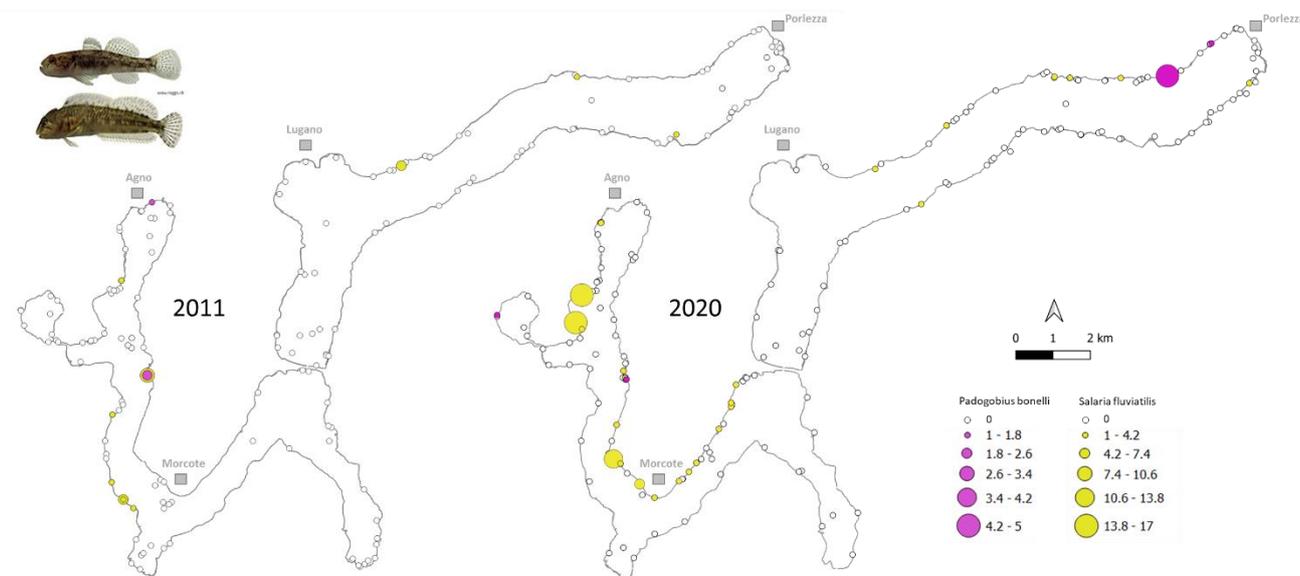


Figura 3.25: Ripartizione geografica della densità di ghiozzi e cagnette catturati mediante pesca elettrica [N/m²] e mediante reti [N/1000m²]

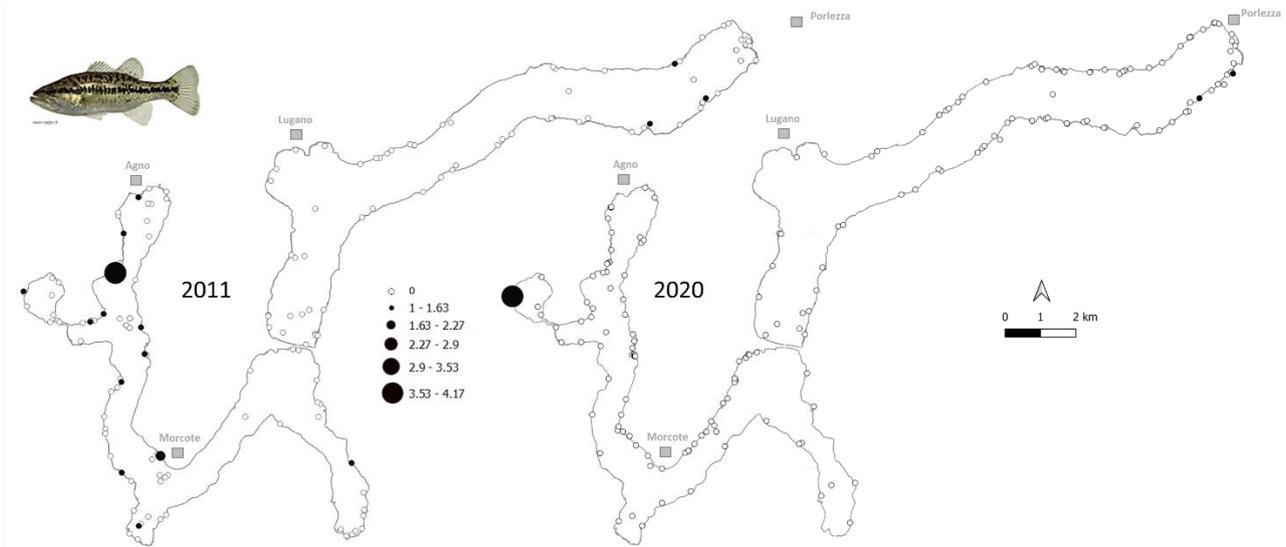


Figura 3.26: Ripartizione geografica della densità di boccaloni catturati mediante pesca elettrica [N/m²] e mediante reti [N/1000m²]

I risultati delle pesche elettriche effettuate lungo la fascia litorale mostrano come la maggiore diversità si riscontri a livello della foce degli affluenti, tra la ramaglia (rami e fronde sommerse) e le elofite (Figura 3.27). Questi habitat naturali costituiscono degli *hotspot* di biodiversità che necessitano di protezione. Va notato che la densità media della fauna ittica osservata nel 2020 è doppia rispetto a

quella del 2011. La differenza è soprattutto a livello della foce degli affluenti. I test di affinità dei pesci con gli habitat campionati (Tabella 3.3) mostrano la forte attrattività della ramaglia per la maggior parte delle specie, delle elofite per il luccio, il lucioperca, il carassio e la scardola e degli affluenti per i pesci reofili come la trota, lo strigione e il leucisco.

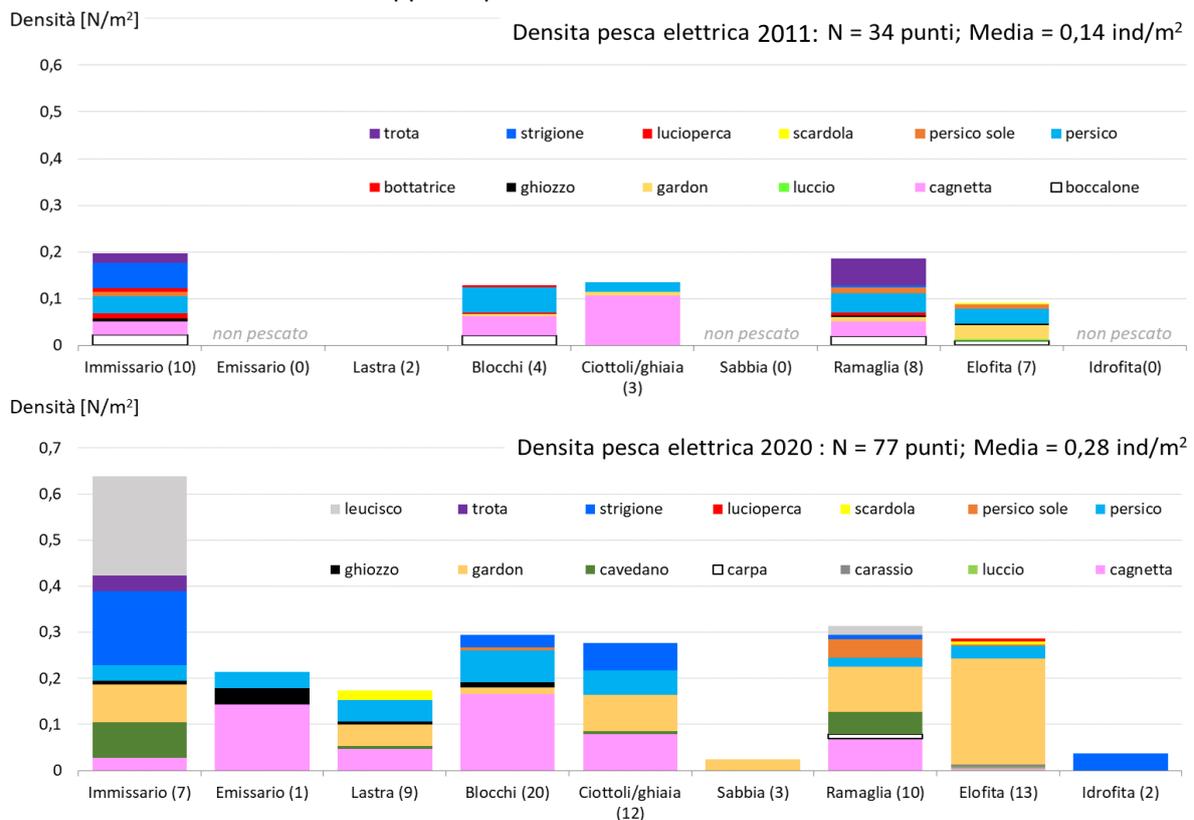


Figura 3.27: Densità litorale dei pesci catturati tramite pesca elettrica ripartita per habitat.

Tabella 3.3: Associazione positiva (in verde) e negativa (in rosso) calcolate tra le diverse specie ittiche e l'habitat nel 2011 (in alto) e nel 2020 (in basso). I numeri indicano la forza della relazione. Le specie indigene sono sottolineate.

Specie	Immissario	Emissario	Lastra	Blocchi	Ciottoli / ghiaia	Sabbia	Ramaglia	Elofite	Idrofite
N=34	N=10	0	N=2	N=4	N=3	0	N=8	N=7	0
boccalone	0.9			0.7	-1.0		0.7	-0.2	
<u>cagnetta</u>	-0.2			0.2	2.1		-0.1	-1.0	
luccio	-1.0			-1.0	-1.0		-1.0	5.0	
gardon	-1.0			-0.5	-0.2		0.2	2.6	
<u>ghiozzo</u>	1.8			-1.0	-1.0		0.7	0.5	
<u>bottatrice</u>	2.1			0.1	-1.0		0.8	-1.0	
<u>pesce persico</u>	0.2			0.8	-0.3		0.3	0.0	
persico sole	0.6			-1.0	-1.0		1.6	0.8	
<u>scardola italiana</u>	-1.0			-1.0	-1.0		-1.0	5.0	
lucio perca	3.0			1.0	-1.0		-1.0	-1.0	
<u>strigione</u>	4.6			-1.0	-1.0		-0.6	-1.0	
<u>trota</u>	0.5			-1.0	-1.0		3.5	-1.0	
Media	0.9			-0.3	-0.6		0.3	0.7	

Specie	Immissario	Emissario	Lastra	Blocchi	Ciottoli / ghiaia	Sabbia	Ramaglia	Elofite	Idrofite
N=77	N=7	N=1	N=9	N=20	N=12	N=3	N=10	N=13	N=2
<u>cagnetta</u>	-0.5	1.4	-0.2	1.8	0.3	-1.0	0.2	-0.9	-1.0
luccio	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	8.0	-1.0
carassio	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	8.0	-1.0
<u>carpa</u>	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	8.0	-1.0	-1.0
<u>cavedano</u>	4.0	-1.0	-0.6	-1.0	-0.7	-1.0	2.2	-1.0	-1.0
gardon	0.3	-1.0	-0.3	-0.8	0.2	-0.6	0.5	2.6	-1.0
<u>ghiozzo</u>	0.0	4.3	0.0	0.7	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<u>pesce persico</u>	0.1	0.1	0.5	1.2	0.7	-1.0	-0.4	-0.1	-1.0
persico sole	-1.0	-1.0	-1.0	0.3	-1.0	-1.0	6.1	-0.4	-1.0
<u>scardola italiana</u>	-1.0	-1.0	5.7	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.3	-1.0
lucio perca	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	8.0	-1.0
<u>strigione</u>	3.9	-1.0	-1.0	-0.2	0.8	-1.0	-0.7	-1.0	0.2
<u>trota</u>	8.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
leucisco	7.2	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.2	-1.0	-1.0
Media	1.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.5	-1.0	0.7	1.5	-0.9

3.3.6 Popolazione ittica corretta in funzione dell'ampiezza di ciascun habitat.

Poiché l'attrattiva di ogni habitat per i pesci è diversa [9] e le dimensioni degli habitat disponibili non sono identiche, è sempre interessante esprimere i risultati in termini di ampiezza dell'habitat in cui sono state effettuate le catture. Tale approccio permette di mostrare con maggior precisione l'abbondanza relativa di ciascuna specie (Figura 3.28). Si può notare che le differenze di densità del gardon e del

pesce persico tra il 2011 e il 2020 persistono, ma la loro entità è leggermente ridimensionata. Questo risultato è dovuto al fatto che i cambiamenti si sono verificati soprattutto nella fascia litorale, che rappresenta un'ampiezza minore rispetto alla zona pelagica, nella quale si sono registrate poche variazioni tra il 2011 e il 2020.

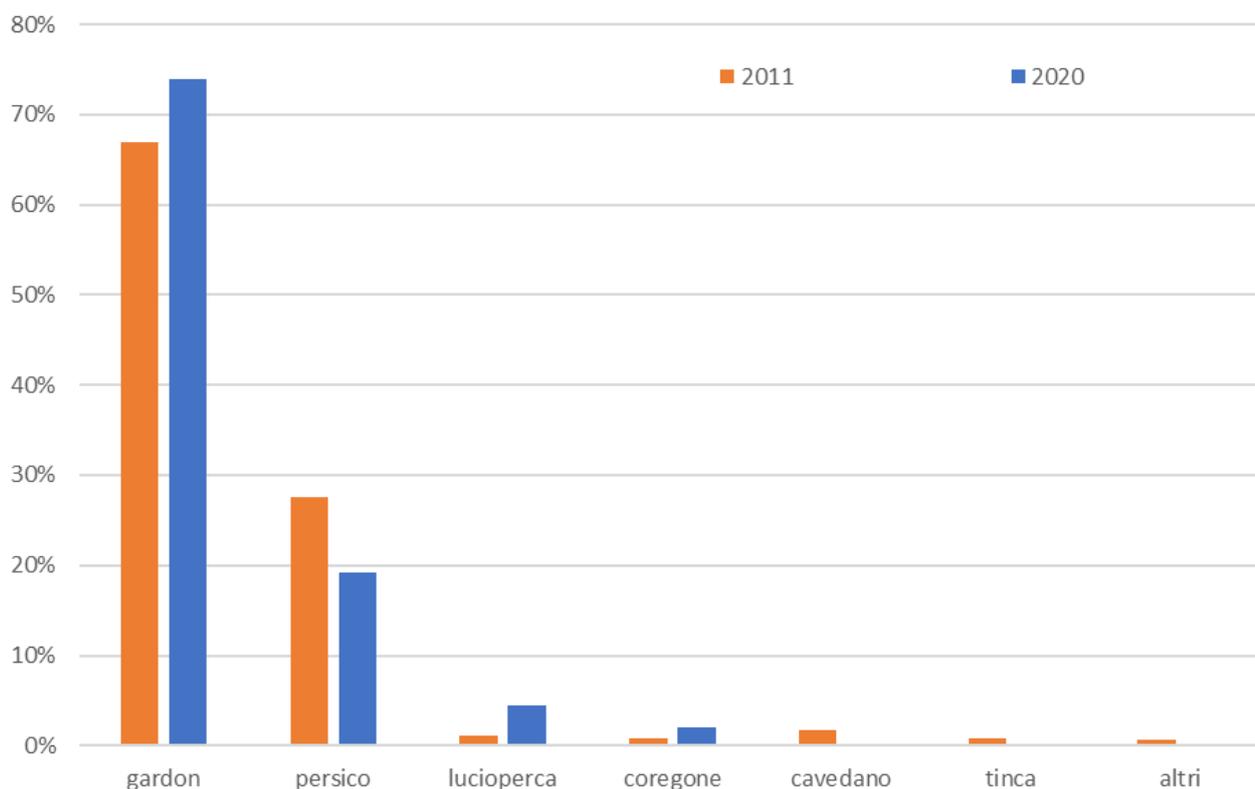


Figura 3.28: Abbondanza relativa dei pesci campionati determinata dalle catture nelle reti pelagiche e corretta in proporzione al volume del corpo idrico nei due bacini combinati. Per maggiori informazioni sul metodo di calcolo si rimanda alla pubblicazione di Alexander *et al.* [19].

3.4 Confronto con altri laghi

3.4.1 Utilizzo delle reti pelagiche

Il Ceresio si presenta come un lago dominato dai ciprinidi (Figura 3.29). Rispetto ai laghi dell'Altipiano svizzero e a quelli alpini, dominano le specie termotolleranti (pesce persico, gardon). Anche in

questo caso la differenza tra la situazione del 2011 e quella del 2020 è minima. Il gardon e il coregone sono leggermente più numerosi, mentre la percentuale di pesce persico appare in diminuzione.

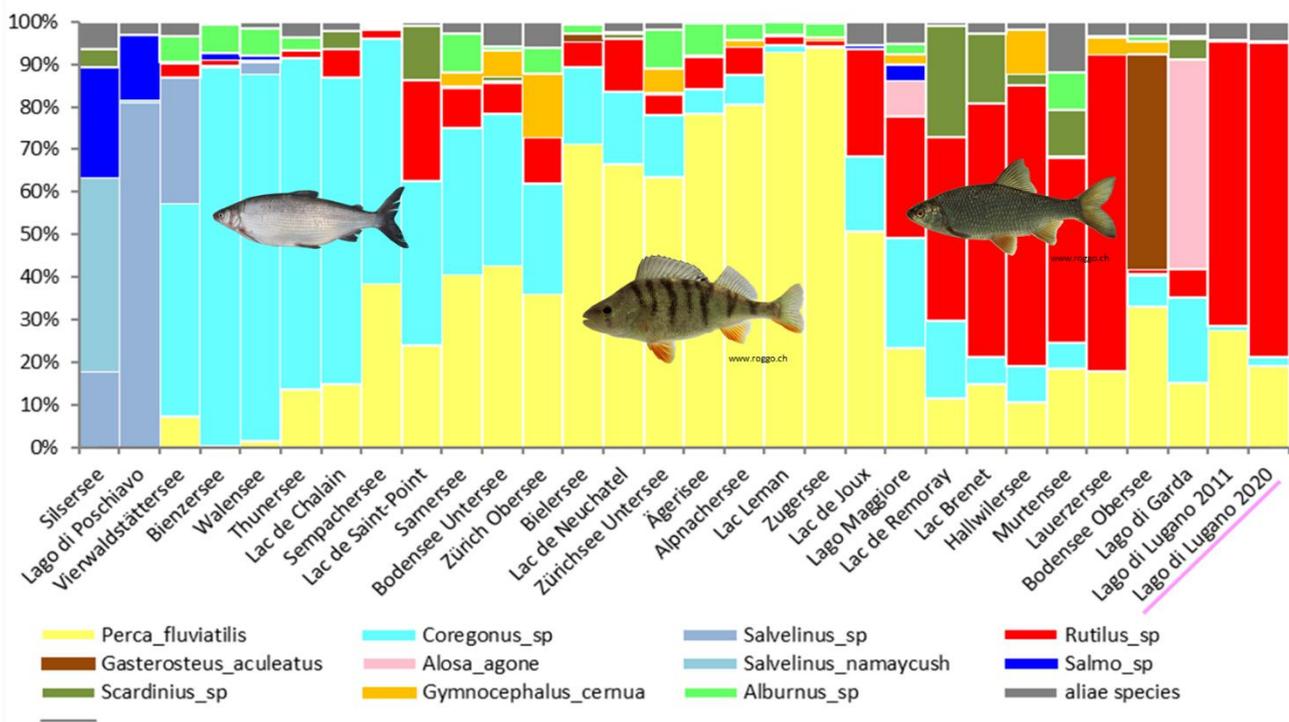


Figura 3.29: Composizione relativa delle catture di diversi laghi determinata dal numero di pesci catturati nelle reti pelagiche e corretta in proporzione al volume del corpo idrico. cf. § 3.3.5 e Alexander *et al.* [19].

3.4.2 Utilizzo delle reti bentoniche 0-20m

Analizzando i dati delle reti bentoniche poste tra 0 e 20 m di profondità, il Lago Ceresio appare come un bacino lacustre molto produttivo rispetto agli altri laghi svizzeri (Figura 3.30). Sia nel 2011 che nel 2020,

il numero di pesci catturati e la loro biomassa sono tra i più elevati. Il rendimento è paragonabile a quella dei laghi di Sempach, di Lauerz o di Morat.

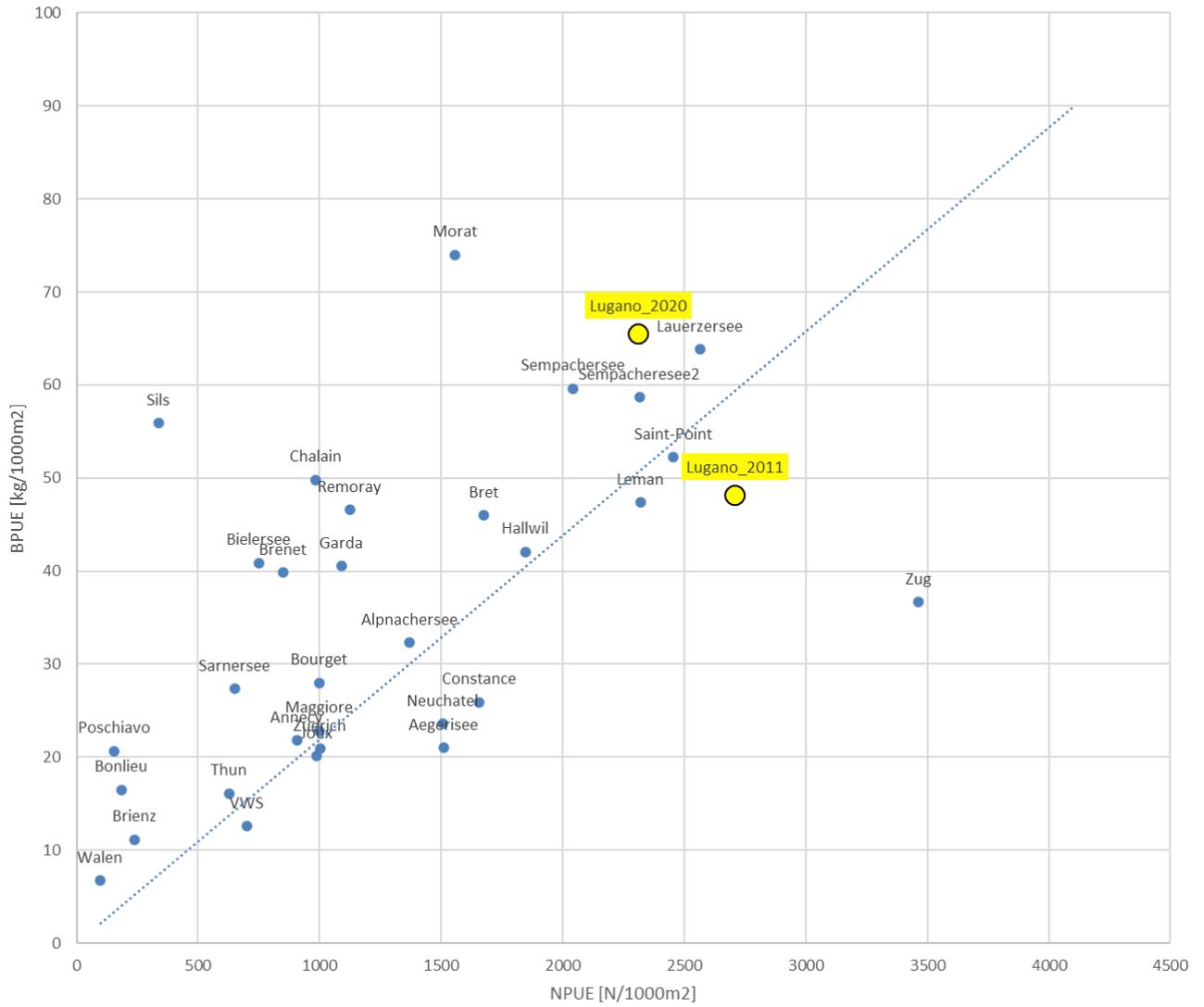


Figura 3.30: Confronto del rendimento di pesca mediante l'impiego delle reti bentoniche (CEN e CEN-CH) posate tra 0 e 20 m tra laghi naturali morfologicamente e tipologicamente simili (dati "Projet Lac" e Ufficio francese per la biodiversità). [BPUE= Biomass per unit effort, NPUE= Number per unit effort, VWS= Vierwaldstättersee].

3.5 Confronto con le statistiche alieutiche

3.5.1 Evoluzione storica del rendimento di pesca

Unendo tutte le specie, nonché le catture tramite pesca professionale e dilettante, in modo da avere un'idea della quantità media annua di pesce catturato all'anno, si osserva come la quantità di pesci catturati 2020 nel lago sia una delle più basse mai osservate dal 1995 in poi (Figura 3.31). Il numero totale di catture è la metà di quello degli anni migliori (1996, 2006). Tuttavia, le catture sono rimaste stabili a un livello basso dal 2011.

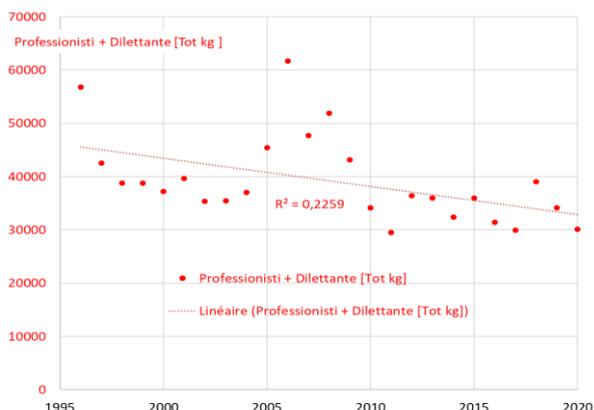


Figura 3.31: Evoluzione delle catture di pesca cumulativa per i pescatori professionisti e dilettanti e considerando assieme tutte le specie (dati Canton Ticino; CISPP).

Tenendo conto dello sforzo di pesca, è possibile calcolare la resa delle catture per i professionisti e i dilettanti (Figura 3.32). I rendimenti subiscono delle oscillazioni marcate sia per la pesca professionale sia per quella dilettantistica. Però, si conferma una tendenza negativa.

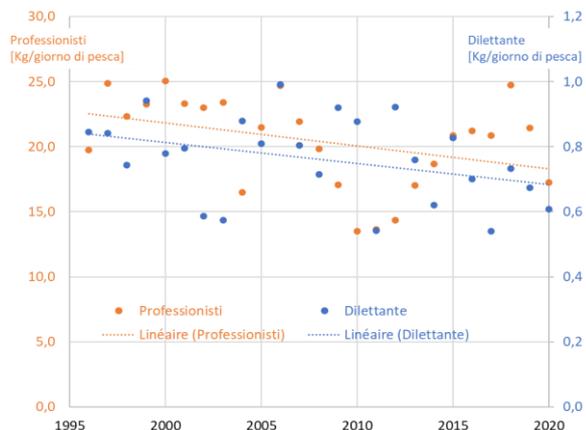


Figura 3.32: Evoluzione del rendimento della pesca professionale e dilettantistica, mantenendo unite le diverse specie (dati Canton Ticino; CISPP).

Nondimeno, questi dati CPUE devono essere trattati con cautela e non sono qualitativamente equivalenti ai risultati del Projet Lac. Questo perché i cambiamenti nelle pratiche, nei regolamenti e nelle condizioni meteorologiche hanno una forte influenza sul comportamento dei pescatori. Nel protocollo Projet Lac invece, il campionamento è perfettamente standardizzato e non influenzato da interessi economici e/o ricreativi.

Osservando in dettaglio il rendimento di pesca per ogni specie, mantenendo unite la pesca professionale e dilettantistica, si constata come dal 2011 le catture di pesce persico, del lucioperca e di altre specie subiscono delle oscillazioni, con un leggero *trend* negativo generale, sempre dal 2011 in avanti. Solo le catture di coregone appaiono leggermente in rialzo (Figura 3.34).

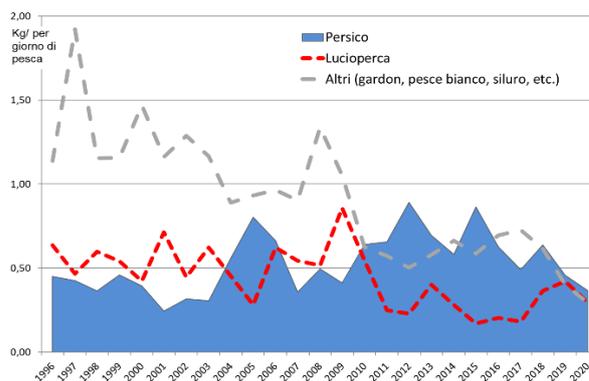


Figura 3.33: Evoluzione del rendimento di pesca professionale e dilettantistica per le principali specie (dati Canton Ticino; CISPP).

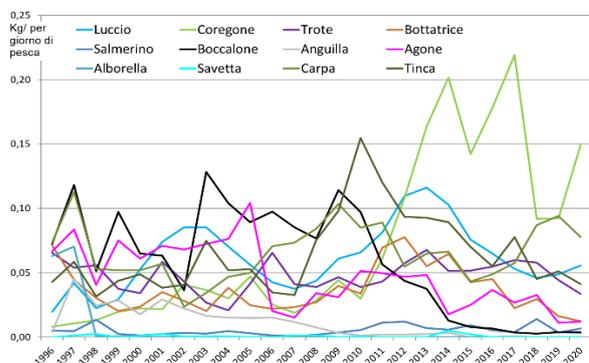


Figura 3.34: Evoluzione del rendimento di pesca professionale e dilettantistica per le principali specie (dati Canton Ticino; CISPP).

3.5.2 Confronto fra rendimento della pesca e indagini standardizzate

Benché le stime ottenute mediante le indagini standardizzate, e tenendo conto del volume del bacino lacustre, dimostrano che oltre il 90% dei pesci presenti sia nel 2011 che nel 2020 sono gardon e persici, la composizione del pescato proveniente dalle attività alieutiche è costituito principalmente da predatori (pesce persico, lucioperca) e da coregoni. L'orientamento dei pescatori verso specie sportivamente ed economicamente interessanti spiega le differenze osservate. I pescatori, in particolare i professionisti agiscono in modo funzionalista e cambiano modo di pescare in base all'offerta che ricevono.

A partire dal 2016 emergono le prime segnalazioni di pesce siluro nelle catture dei pescatori, le quali tuttavia restano alquanto sporadiche nel periodo d'indagine (69 kg nel 2020 a fronte di un pescato totale di 30.1 ton/a, pescatori professionisti e dilettanti assieme). Questi dati confermano le densità relativamente ridotte della specie e la sua assenza nell'inventario standardizzato. È probabile che questa specie possa accrescere fortemente nei prossimi anni, poiché essa ha un forte potenziale riproduttivo ed è in grado di tollerare l'inquinamento e le acque calde. Nelle statistiche di pesca sono inoltre presenti alcune segnalazioni recenti riguardanti il pigo.

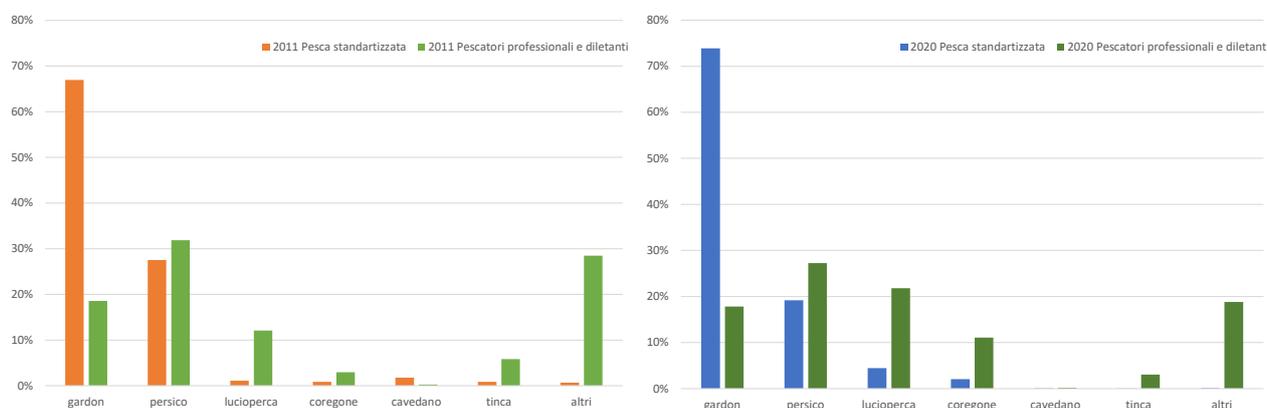


Figura 3.35: Composizione del pescato ottenuto dalle attività alieutiche in verde [% delle principali specie catturate in Canton Ticino] rispetto al numero di pesci catturati dalle reti pelagiche in arancione e blu [% delle principali specie catturate] espresso in volume dei due bacini combinati e in funzione dell'ubicazione di ogni cattura. Per informazioni concernenti il metodo utilizzato si rimanda alla pubblicazione di Alexander et al. [19].

3.5.3 Effetti della gestione attuale della pesca sulla struttura delle popolazioni

La dimensione dei pesci catturati nelle reti è proporzionale alla dimensione delle maglie: in particolare, i pesci piccoli vengono catturati quasi esclusivamente con maglie di piccole dimensioni. Grazie alla tecnica delle reti multimaglie è quindi possibile determinare su quale percentuale della popolazione agiscono le reti dei pescatori professionisti (Figura 3.30). In aggiunta, l'analisi della struttura in classi di taglia di ciascuna popolazione presente nel bacino lacustre permette di determinare se le attività alieutiche hanno un effetto sulle popolazioni presenti (Figura 3.36). Con un limite legale di 28 mm di maglia per

le reti da persico, la pesca professionale sembra non influenzare la struttura in classi di taglia delle popolazioni di pesce persico e gardon. Lo stesso vale per la pesca dilettante, dove la misura minima legale è di 18 cm per il pesce persico (Figura 3.37) e le catture sono limitate a 50 individui per giorno, mentre che per il gardon invece non vige alcuna misura minima o limitazione di cattura.

A parte l'effetto della pesca, va sottolineato che la rappresentanza delle varie classi di età nei popolamenti di pesce persico non mostra più la sovra-rappresentanza dei giovani dell'anno

riscontrata nel 2011. Contemporaneamente si riscontra questo fenomeno per il gardon: attualmente infatti, si nota una percentuale elevata di classi d'età giovanili. È come se un

fattore recente avesse largamente favorito la riproduzione e la sopravvivenza dei giovani gardon. Tuttavia, per entrambe le specie, la densità di adulti permane bassa.

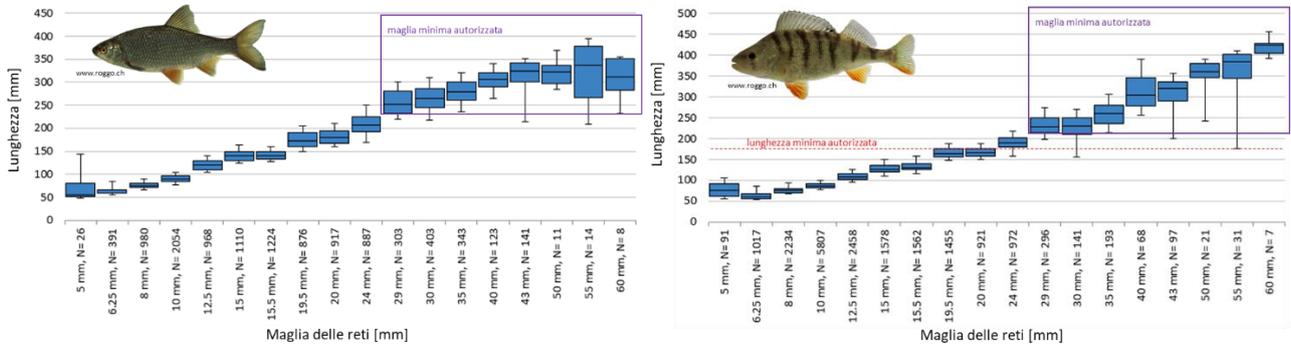


Figura 3.36: Taglia di cattura in funzione della dimensione delle maglie delle reti per il gardon (a sinistra) e per il pesce persico (a destra).

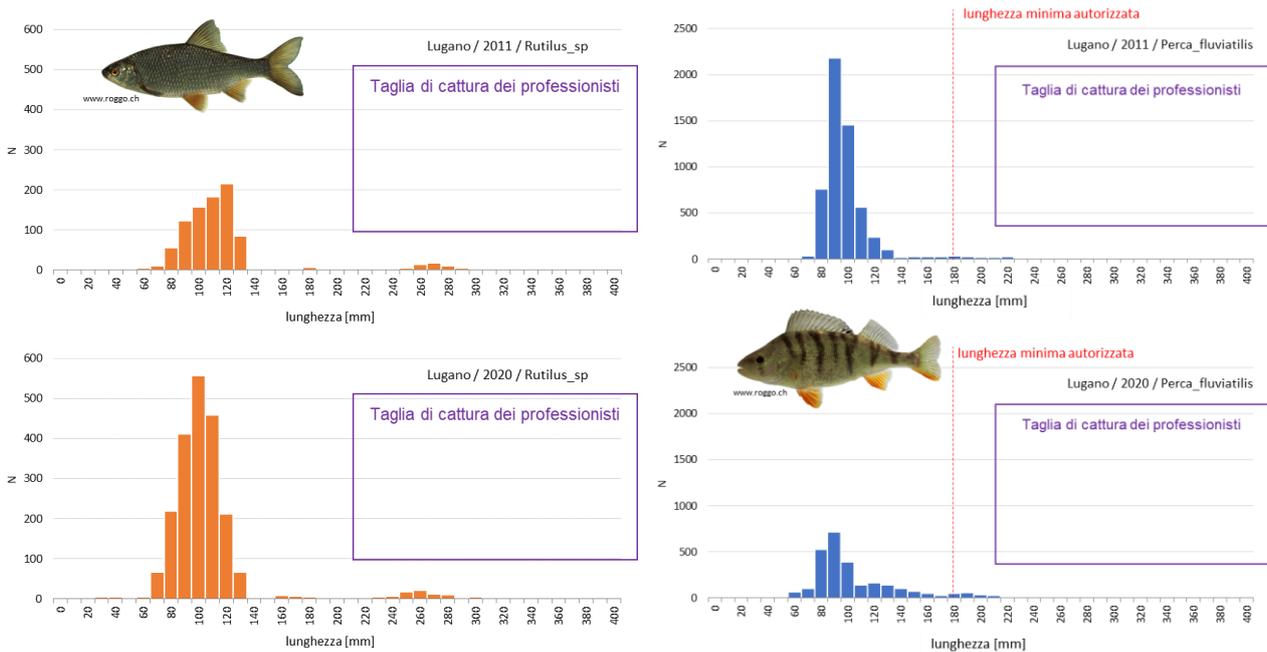


Figura 3.37: Struttura in classi di taglia dei popolamenti di gardon (a sinistra) e di pesce persico (a destra) determinato dalle indagini standardizzate del 2011 (in alto) e del 2020 (in basso).

4 Diagnosi ecologica del lago Ceresio

4.1 Qualità dell'acqua

L'inquinamento delle acque di origine domestica, di cui il fosfato è un forte indicatore, è diminuito negli ultimi 50 anni. Gli sforzi compiuti per depurare l'acqua e la riduzione dell'utilizzo di fosforo sono stati efficaci.

Allo stesso tempo, però, gli apporti di nutrienti dal bacino idrografico sono rimasti elevati, soprattutto in termini di carica azotata. Questo eccesso, unito a inverni miti che limitano il rimescolamento delle acque del lago, favorisce le fioriture planctoniche e cianobatteriche [12bis]. Di conseguenza, l'ossigenazione della colonna d'acqua alla fine del periodo di stratificazione è problematica. Mentre nell'autunno 2011 nel bacino nord l'ossigenazione a 20 m di profondità nella zona pelagica raggiungeva gli 8 mg/l O₂, nel 2020 era di appena 6 mg/l O₂ (Figura 4.1). Nel bacino sud, in questa prima fascia di profondità, scende addirittura sotto i 4 mg/l O₂ (Figura 4.2). Pertanto, i livelli raggiunti nel 2020 sono addirittura peggiori rispetto alla situazione di elevata eutrofia degli anni '80 (Figura 3.3).

Le possibilità di sopravvivenza e di sviluppo dei pesci sia nel bacino nord sia in quello sud è quindi nulla al

di sotto dei 50 m di profondità. Tra i 20 m e i 50 m di profondità, la presenza di pesci è ipotizzabile solo per una parte dell'anno. In autunno la loro sopravvivenza è possibile unicamente nello strato superficiale.

Parallelamente, è necessario stabilire la situazione in termini di contaminazione da sostanze tossiche di sintesi: infatti, sebbene la contaminazione da inquinanti come i metalli pesanti, i PCB, ecc. sembri essersi ridotta sia su scala internazionale che in Svizzera [20,21], l'utilizzo di pesticidi e di prodotti di sintesi di nuova generazione è aumentato costantemente negli ultimi decenni. La loro presenza nelle acque del Ceresio è molto probabile e potrebbe influenzare ulteriormente i delicati equilibri biologici. La loro presenza effettiva e i possibili effetti sugli ecosistemi necessitano ulteriori approfondimenti. Un discorso simile andrebbe fatto anche per le microplastiche.

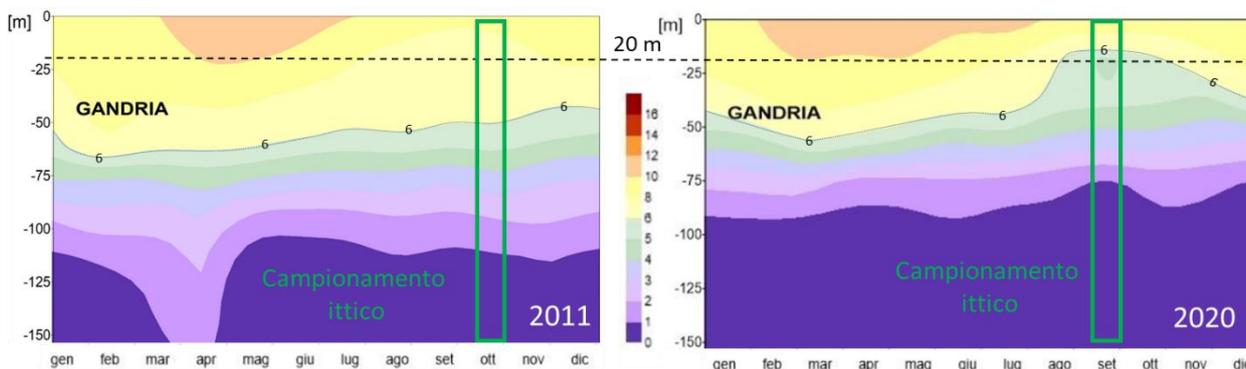


Figura 4.1: Confronto dell'andamento dell'ossigeno disciolto [mg/l] nel bacino nord del Lago Ceresio tra il 2011 e il 2020, misurato ogni 50 cm grazie a una sonda multiparametrica (dati e grafici CIP AIS). La linea tratteggiata rappresenta la profondità di 20 m.

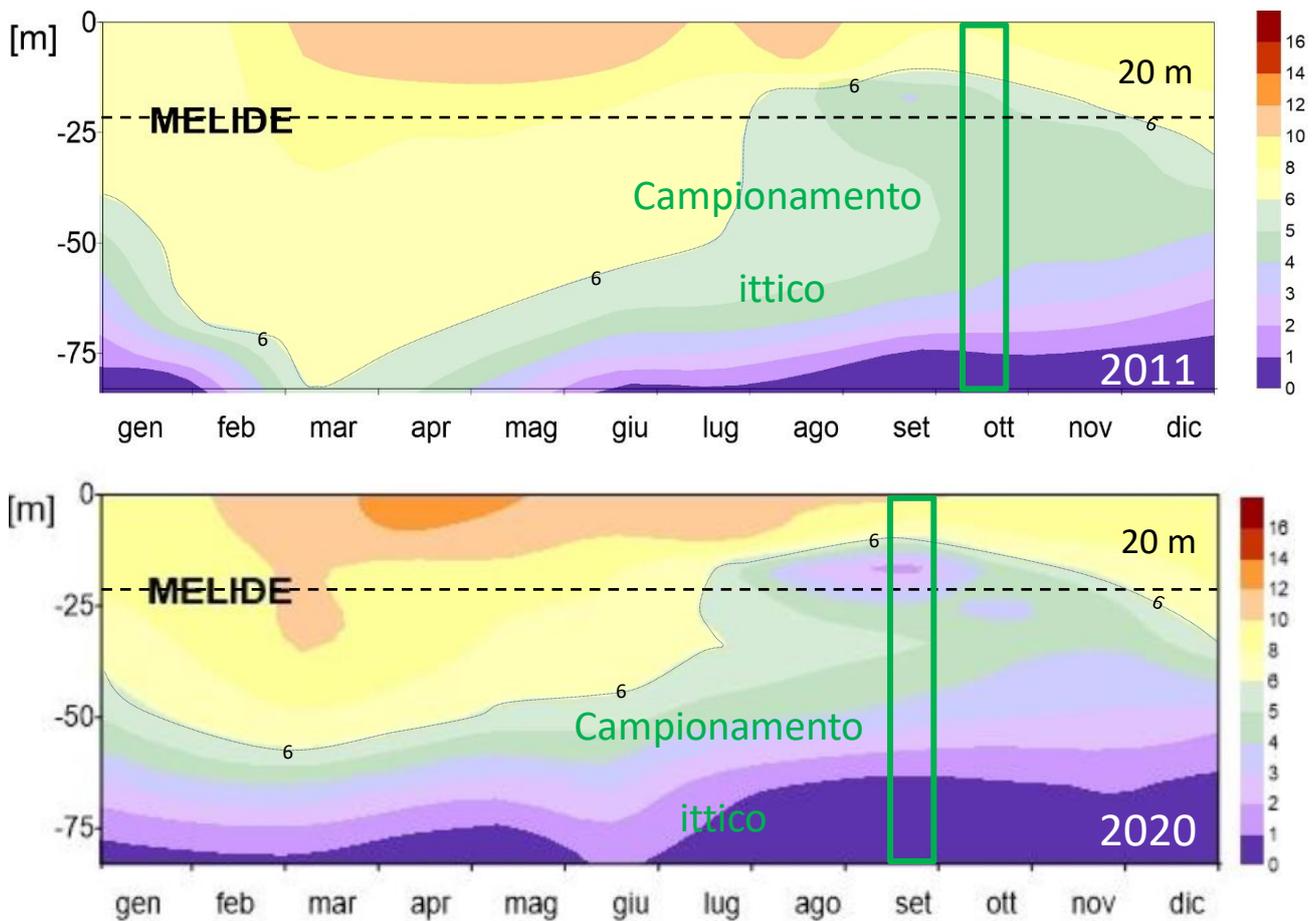


Figura 4.2: Confronto dell'andamento dell'ossigeno disciolto [mg/l] nel bacino sud del Lago Ceresio tra il 2011 e il 2020, misurato ogni 50 cm grazie a una sonda multiparametrica (dati e grafici CIPAIS). La linea tratteggiata rappresenta la profondità di 20 m.

4.2 Habitat litorali

La situazione degli habitat litorali tra il 2011 e il 2020 è variata di poco. Si segnalano esclusivamente delle differenze nella copertura della vegetazione acquatica e nella presenza di ciottoli e ghiaia in prossimità delle foci. Le cause di questo aumento della vegetazione possono essere le stesse alla base delle fioriture planctoniche, algali e cianobatteriche osservate (CIPAIS, 2021).

È degna di nota l'assenza, negli ultimi dieci anni, di supplementari artificializzazioni del litorale. Nondimeno, più di due terzi delle sponde del lago rimangono antropizzate e i progetti di ripristino della fascia litorale su larga scala non sono ancora stati realizzati.

Tuttavia, gli habitat naturali, in particolare le zone di confluenza, la ramaglia e le elofite, costituiscono

degli *hotspot* di biodiversità che non solo dovrebbero essere protetti, ma soprattutto favoriti. D'altra parte, il lastricato e altri rinforzi spondali poco funzionali dal punto di vista biologico dovrebbero essere rimossi o, quantomeno, diversificati in quanto hanno un effetto negativo sulla diversità e sulla quantità di pesci presenti (Figura 4.3).

Infine, si dovrebbe prendere in considerazione la regolazione sistematica delle alluvioni di piccola e media entità. In effetti, la dinamica dei livelli idrometrici di un bacino lacustre è una forza trainante nella creazione e nel mantenimento di habitat attrattivi e funzionali. Una stabilizzazione eccessiva del regime idrologico di un lago perturba il contributo alla creazione di zone rifugio, zone di riproduzione e sviluppo della biocenosi.

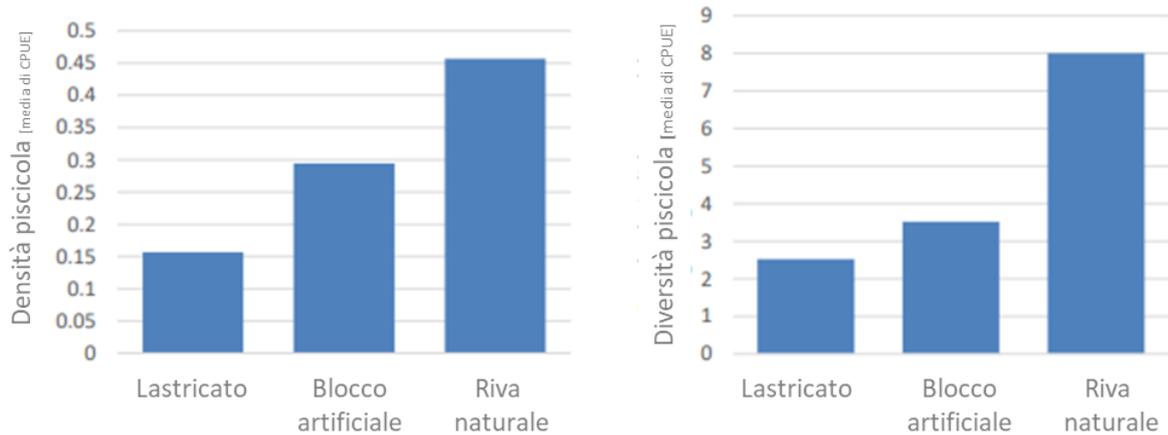


Figura 4.3: Densità e diversità piscicola osservate in funzione della natura artificiale e naturale degli habitat litorali su 25 laghi svizzeri (dati "Projet Lac" [6]).

4.3 Popolamento piscicolo

Le principali specie originariamente presenti nella zona pelagica del Ceresio erano l'agone, l'alborella e la trota lacustre [15]. Nella zona litorale, invece, il pesce persico e il luccio erano accompagnate da tutta una serie di specie di ciprinidi di acque lentiche tipiche del bacino imbrifero del Po: pigo, triotto, scardola, savetta, carpa, tinca (Figura 4.4). Fortemente legati alle zone di confluenza, erano presenti anche ciprinidi reofili quali: barbo, cavedano, sanguinerola, strigione, ecc. Sul fondale, la bottatrice e lo scazzone colonizzavano le aree a maggiore profondità, mentre il ghiozzo e il cobite si limitavano alla fascia litorale. Si potevano inoltre trovare specie migratrici quali l'anguilla, lo storione e la cheppia.

A partire dagli anni '60, lo stato trofico del Ceresio è mutato e i pesci sono concentrati in superficie e lungo la zona litorale (Figura 4.4). Attualmente, le ultime specie autoctone ancora presenti con una popolazione stabile sono il pesce persico, il luccio, il cavedano, la scardola, la carpa e la tinca. Tutte le altre specie risultano estinte o sono diventate estremamente rare.

Queste sono state sostituite da numerose specie alloctone: il gardon, il lucioperca, il coregone, il persico trota, il persico sole, ecc. In termini di

biodiversità, il Ceresio non può quindi essere considerato in un buono stato di conservazione.

Tra il 2011 e il 2020, la densità piscicola non è variata. Tuttavia, il pesce persico registra una diminuzione, in particolare lungo la zona litorale, a favore del gardon. Si ritiene che la proliferazione vegetale osservata possa aver influenzato i popolamenti ittici. In effetti, il regime alimentare del gardon sembra essere più adattato alle fioriture planctoniche e algali rispetto a quello del pesce persico.

Nonostante la stabilità del ripopolamento negli ultimi dieci anni, il raccolto e la resa di pesca tendono a diminuire nel tempo. I dati di pesca non sono quindi necessariamente rappresentativi della situazione del popolamento ittico del lago. Infatti, la densità di pesce persico si è semplicemente ridotta nella zona litorale a favore del gardon. Le diminuzioni delle catture aleutiche osservate possono quindi essere spiegate semplicemente dal minore interesse dei pescatori per i ciprinidi in generale e non necessariamente da una diminuzione della densità complessiva dei pesci nel bacino lacustre.

Infine, non è stato riscontrato alcun effetto della legislazione e delle pratiche di pesca sulle strutture di popolazione del pesce persico e di

gardon. L'impatto della pesca sul popolamento ittico del Ceresio sembra quindi essere limitato e dunque sostenibile.

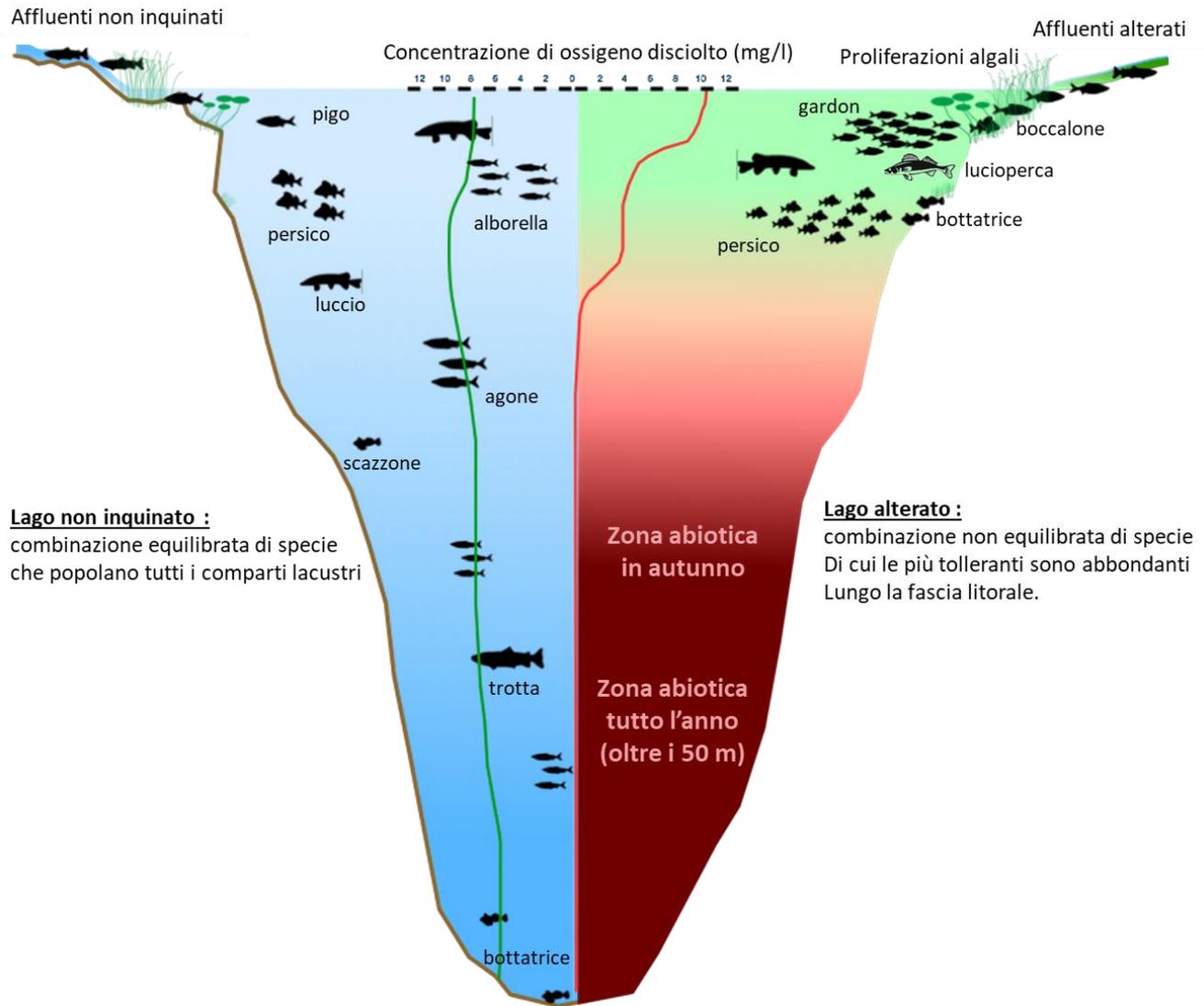


Figura 4.4: Figura rappresentativa dell'evoluzione del popolamento piscicolo del Ceresio tra il XIX Secolo (come descritto da Pavese 1870) e la situazione attuale (disegno di Sylvain Richard).

4.4 Confronto nel tempo e con altri laghi

Il Ceresio, originariamente popolato da specie quali l'agone, l'alborella e la trota lacustre, è attualmente un lago popolato da ciprinidi e dal pesce persico. Questo invecchiamento tipologico è da imputare essenzialmente alle perturbazioni della qualità dell'acqua verificatesi all'inizio del XX Secolo. Con riferimento alla situazione rilevata a l'autunno 2020, le ultime zone in cui la vita dei popolamenti piscicoli è permanentemente possibile non superano i 24 m di profondità. Si tratta quindi di aree in cui la temperatura dell'acqua raggiunge livelli estremi e dove prosperano ciprinidi e percidi. Le ridotte densità di trote lacustri, alborelle o agoni pescate nel 2011 si spiegano con la forte riduzione del loro habitat estivo-autunnale, caratterizzato da acque fresche e ossigenate. Nell'autunno 2020, con un limite di tolleranza dell'ossigenazione situato a 24 m di profondità, non sono quasi più presenti le zone compatibili con la sopravvivenza di queste specie, che dipendono da acque pelagiche fresche e ossigenate anche nel periodo di maggiore stratificazione lacustre a fine estate e in autunno. (Figura 4.5). Appare quindi logica la loro presenza aneddotica, se non la loro totale assenza dall'inventario standardizzato.

Al contrario, le catture di coregoni sono leggermente aumentate rispetto al 2011, seppur non in modo statisticamente significativo. Un'analisi approfondita dell'evoluzione delle pratiche di pesca, dell'efficacia della riproduzione naturale e delle pratiche di ripopolamento di questa specie sarebbe necessaria per spiegare questa eccezione.

Nella zona bentonica del litorale, la produttività del Ceresio è tra le maggiori in Svizzera. L'eccesso di nutrienti rilevato dai monitoraggi CIP AIS spiega verosimilmente questa situazione paradossale. Difatti se da un lato, il Ceresio è uno dei bacini lacustri svizzeri meno ben conservati dal punto di vista della biodiversità ittica, dall'altro è uno dei più produttivi nella zona litorale fino a 20 m di profondità.

Tuttavia, se l'attuale tendenza nella sostituzione del pesce persico a favore del gardon e in generale di impoverimento della diversità ittica dovesse proseguire, la presenza di specie indigene di interesse per la pesca potrebbe anche ridursi drasticamente.

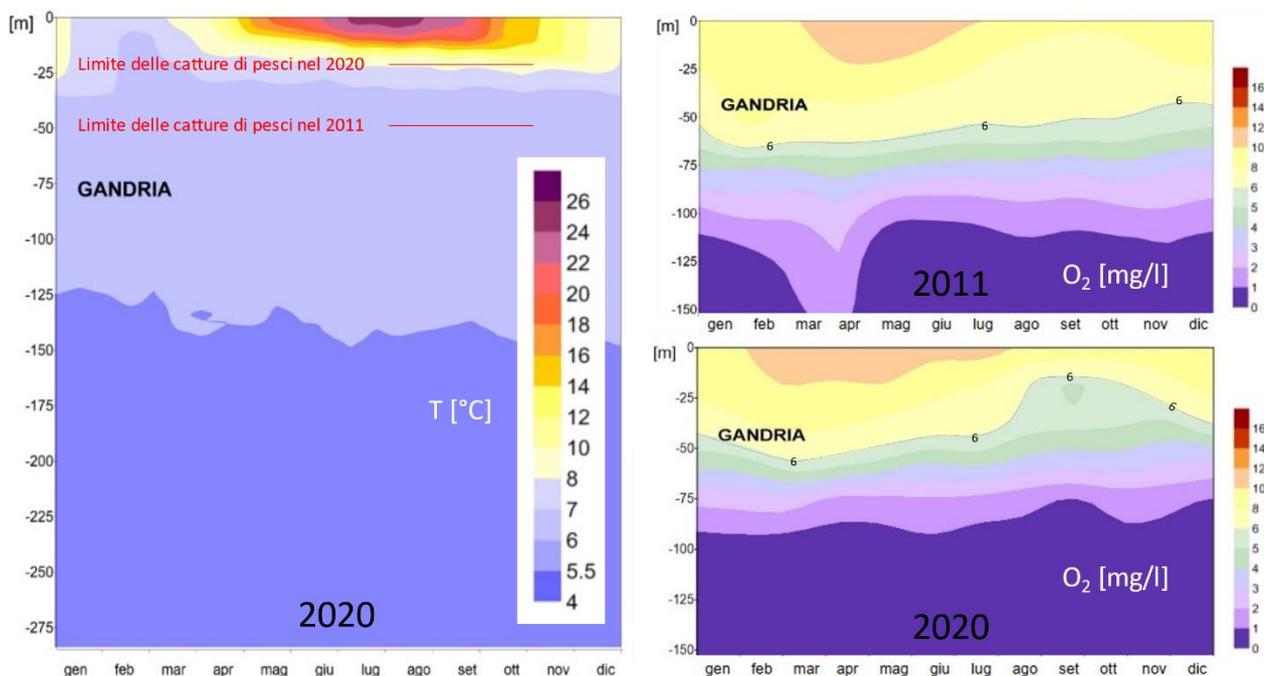


Figura 4.5: Confronto della temperatura e del tenore di ossigeno della colonna d'acqua tra il 2011 e il 2020 (dati e grafici CIP AIS). Tratto rosso = limite delle catture di pesci in autunno.

5 Conclusioni

Il Ceresio è un bacino lacustre oligotrofo alpino profondo che ha subito, e sta subendo tutt'ora le conseguenze di un forte inquinamento nel corso del XX Secolo. Prima dell'attuazione di misure di depurazione, gli elevati carichi di fosforo hanno provocato la deossigenazione delle acque profonde. Il popolamento piscicolo originale è quindi mutato: da un lago vocato a trote lacustri, agoni e alborelle, il Ceresio è diventato un bacino lacustre a ciprinidi, pesci persici e lucioperca. Allo stesso tempo, è cambiata in modo considerevole l'organizzazione spaziale dei popolamenti ittici: dapprima distribuiti su tutta la colonna d'acqua, questi si sono successivamente concentrati in superficie e lungo la fascia litorale.

Alla fine del XX Secolo, l'inquinamento di origine domestica è stato sensibilmente ridotto. La speranza di un migliore funzionamento limnologico era quindi fondata. Nell'autunno 2011, durante le prime indagini standardizzate, si sono visti i primi segni di miglioramento a livello di popolamenti ittici, con catture di pesci nel periodo di maggiore stratificazione lacustre oltre i 40 m di profondità.

Nell'autunno 2020, tuttavia, si è purtroppo constatato un peggioramento della situazione e le catture non hanno superato i 24 m di profondità. La situazione dell'ossigenazione della colonna d'acqua è quindi nuovamente peggiorata. Sono state osservate fioriture planctoniche, algali e cianobatteriche. Inoltre, il pesce persico è stato parzialmente sostituito dai popolamenti alloctoni di gardon.

Le cause di tale peggioramento sono da attribuire agli apporti ancora eccessivi di nutrienti, soprattutto di azoto, dal bacino idrografico. Inoltre, anche i prodotti sintetici tossici, le microplastiche e altri microinquinanti possono aver ulteriormente influenzato il delicato l'equilibrio biologico.

Per quanto riguarda l'habitat ripariale, lo stato di conservazione altamente compromesso riscontrato nel 2011 (con il 62% del litorale artificializzato) è rimasto stabile nel 2020. Nelle zone poco profonde si è osservato un aumento significativo della vegetazione acquatica, promosso probabilmente dall'eccessivo apporto di nutrienti, che influenza quindi anche il grado di copertura vegetale acquatica della fascia litorale.

Le conseguenze di queste disfunzioni sul rendimento della pesca non si sono fatte attendere. Il totale delle catture di pesce dal Ceresio nel 2020 è stato uno dei più bassi mai registrati. L'interesse minore dei pescatori verso il gardon rispetto a quello per il pesce persico e per gli altri predatori spiega probabilmente questo basso tasso di catture.

Se non si interviene per ridurre ulteriormente i fattori di disturbo tutt'ora presenti nel Ceresio, è possibile che, avendo perso gran parte del suo patrimonio ecologico, questo bacino lacustre finisca per perdere anche il suo interesse alieutico.

6 Raccomandazioni

In primo luogo, è necessario proseguire gli sforzi in materia di lotta agli inquinamenti. La qualità della risorsa idrica deve rimanere una priorità assoluta, tanto più importante in quanto negli ultimi anni si sono osservate delle magre sempre più importanti, che concentrano e aggravano le conseguenze delle contaminazioni. Gli apporti domestici e agricoli devono essere sistematicamente ridotti. Inoltre, è necessario intensificare le indagini sul ciclo dell'azoto e sulla presenza di tossine sintetiche e altri microinquinanti.

Parallelamente alla depurazione e alla limitazione dell'apporto di inquinanti, è necessario proseguire o addirittura intensificare la politica di ripristino della morfologia degli affluenti del sistema idrografico, al fine di ripristinare e rafforzare sia il potenziale salmonicolo sia il loro ruolo per la biodiversità ittica in generale.

Sul bacino lacustre in senso stretto, il litorale deve essere preservato nel modo più naturale possibile e devono essere avviati progetti di riqualifica su larga scala. In particolare, gli habitat con anfratti devono essere protetti e favoriti in quanto svolgono un innegabile e fondamentale ruolo quali zone rifugio. Il legno morto trasportato dalle piene e gli alberi caduti non devono essere rimossi ma lasciati in loco o ancorati lontani dalle vie di navigazione. Le aree con lastricato artificiale e le sponde in beton devono essere rimosse o, quantomeno, diversificate. La pianificazione strategica cantonale per il recupero delle rive dei laghi terminata a fine 2022 è pienamente in linea con questo obiettivo.

Inoltre, a nostro avviso dovrebbe essere avviata una riflessione sulla gestione del livello idrometrico

durante gli eventi di piena di piccola e media entità. Le variazioni naturali del livello dell'acqua, infatti, sono la garanzia di habitat litorali funzionali. Un controllo e una stabilità eccessivi dell'idrologia trasformano e influenzano la capacità di carico e la produttività delle zone poco profonde.

In termini di pesca, si constata purtroppo che i pescatori causano più problemi con l'introduzione di specie non autoctone rispetto al loro impatto sulla struttura o la densità delle popolazioni economicamente interessanti. Appare quindi necessario dare priorità assoluta alle specie autoctone ancora presenti (ghiozzo, agone, strigione, alborella, ...) e alla protezione degli habitat a loro adatti. È inoltre necessario rafforzare i mezzi per contrastare l'arrivo di nuove specie e fermare i ripopolamenti inefficaci. In particolare, sarà importante seguire l'evoluzione degli effettivi di siluro, la cui presenza nel Ceresio nel 2020 non raggiungeva densità tali da essere rilevata mediante il protocollo di campionamento standardizzato.

Infine, riteniamo opportuno ripetere il rilevamento standardizzato dell'ittiofauna a intervalli regolari, idealmente ogni 5 o 10 anni. La maggior parte della popolazione ittica si rinnova quasi totalmente ogni 3-5 anni. Di conseguenza gli effetti sui popolamenti ittici dei cambiamenti e delle misure messe in atto, sia in ambito di protezione delle acque sia della pesca, sono misurabili solamente ripetendo e confrontando le campagne di rilevamento. Questi dati completano le statistiche di pesca e forniscono un quadro obiettivo del popolamento ittico presente nel Ceresio.

7 Bibliografia

1. Kottelat, M., and J. Freyhof. 2007. *Handbook of European freshwater fishes*.
2. Vonlanthen, P., D. Bittner, A. Hudson, K.A. Young, R. Müller, B. Lundsgaard-Hansen, D. Roy, C.R. Largiadèr, and O. Seehausen. 2012. Anthropogenic eutrophication drives extinction by speciation reversal in adaptive radiations. *Nature* 482: 375–382.
3. Alexander, T., and O. Seehausen. 2019. *Diversity, distribution and community composition of fish in perialpine lakes "Projet Lac" synthesis report*. Bern.
4. Karr, J. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6: 21–27.
5. Degiorgi, F., and J.C. Raymond. 2000. *Guide technique - Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante*. Rapport CSP Agence de l'eau. Bron.
6. Vonlanthen, P., and G. Periat. 2020. "Projet Lac"- Methode Bericht. *Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Erfassung des Fischbestands in stehenden Gewässern*. BAFU.
7. Vonlanthen, P., and G. Périat. 2021. Méthode pour l'inventaire standardisée des peuplements pisciaires des plans d'eau en Suisse. OFEV.
8. Barbieri, A, and B. Polli. 1992. Description of Lago di Lugano. *Aquatic Sciences*, 54 edition, sec. 3/4.
9. Degiorgi, F, JP Grandmottet, JC Raymond, and J Rivier. 2001. Echantillonnage de l'ichtyofaune lacustre: engin passifs et protocole de prospection. In *Gestion piscicole des grands plans d'eau*, 151–182. Paris: INRA.
10. CEN. 2005. Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets.
11. Periat, Guy, Pascal Vonlanthen, and Diego Dagani. 2014. Studio della fauna ittica del Lago Ceresio. EAWAG.
12. Lepori, F., M. Schmidt, and J.J. Roberts. 2018. A paradox of warming in a deep peri-Alpine Lake (Lake Lugano, Switzerland and Ita-ly). *Hydrobiologia*, 824 editions.
- 12bis. Lepori, F., Capelli, C., Foresti, D. 2022. Changes in phytoplankton composition hinder the recovery from eutrophication in a perialpine lake (Lake Lugano, Switzerland and Italy). *Journal of Plankton Research*, Volume 44, Issue 1, January/February 2022, Page 22-35
13. Barbieri, A, and R Mosello. 1992. Chemistry and trophic evolution of Lak Lugano in relation to nutrient budget. *Aquatic Sciences*.
14. Barbieri, A. 1982. Il Lago Ceresio, stato delle sue acque obiettivi misure d'intervento. Dipartimento dell'ambiente.
15. Pavesi, P. 1871. *I pesci e la pesca nel Cantone Ticino*. Lugano: Tipografia Veladini e comp.
16. Zaugg, B. 2018. *Fauna Helvetica - Pisces - Atlas*. CSCF.
17. Pedroli, JC, B Zaugg, and Kirchhofer A. 1991. *Atlas de distribution des poissons et cyclostomes de Suisse*. Neuchatel: Centre suisse de cartographie de la faune, 207 p.
18. Müller, R, and H-J Meng. 1992. Past and present state of ichtyofauna of Lake Lugano. *Aquatic Sciences*.
19. Alexander, T. J., P. Vonlanthen, G. Périat, F. Degiorgi, J. C. Raymond, and O. Seehausen. 2015. Estimating whole-lake fish catch per unit effort. *Fisheries Research* 172: 287–302.
20. BAFU 2021. Suivi des métaux lourds dans les rivières. 2021.
21. CIP AIS 2021. Pannello di controllo sullo stato e sull'evoluzione delle acque del Lago di Lugano. 42 p.2021