

PANNELLO di CONTROLLO

Sullo stato e sull'evoluzione delle acque del Lago Maggiore



Il documento è stato redatto a cura del Segretariato Tecnico della CIP AIS

ANNO 2022

Commissione internazionale per la protezione delle acque italo – svizzere

Premessa	2
Il Territorio di interesse per la CIP AIS	3
Il Lago Maggiore	4
Indicatori del Pannello di controllo	5
Quadro Ambientale del 2022: aspetti limnologici	6
Quadro Ambientale del 2022: sostanze pericolose	7
Quadro Ambientale del 2022: ambienti litorali e temi emergenti	8
Comparto: Ambiente lacustre	
<i>Tematica: Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali</i>	
L1 1: Prelievo ad uso potabile	9
L1 2: Zone balneabili	10
L1 4: Pescato	11
L1 5: Potenziale di valorizzazione delle rive	12, 13
<i>Tematica: Idrologia e clima</i>	
L2 1: Livello lacustre	14
L2 2: Temperatura media delle acque nello strato 0-20 m e profondo	15
L2 3 Massima profondità di mescolamento	16
<i>Tematica: Ecologia e biodiversità</i>	
L3 1: Colonizzazione delle sponde da parte del canneto	17
L3 2: Abbondanza relativa delle principali macrofite	18, 19
L3 3: Morfologia delle rive lacustri	20, 21, 22
L3 4: Trasparenza	23
L3 5: Clorofilla <i>a</i>	24
L3 6: Fitoplancton	25, 26
L3 7: Biomassa delle popolazioni zooplanctoniche	27

L3 8: Dieta e competizione delle specie ittiche per le risorse alimentari	28
L3 9: Antibiotico resistenza nei batteri lacustri	29
L3 10: Carbonio Organico Totale	30
L3 12: Concentrazione media di fosforo e azoto	31
L3 13: Concentrazione dell'ossigeno di fondo	32
L3 15: <i>Transparent Exopolymeric Particles</i> (TEP)	33
<i>Tematica: Inquinamento delle acque</i>	
L4 1: Carico di fosforo totale e azoto totale in ingresso a lago	34
L4 2: Microinquinanti nell'ecosistema lacustre:	
DDT, PCB, IPA, PBDE, Hg, sedimenti, fragranze	35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
Comparto: Bacino idrografico	
<i>Tematica: Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali</i>	
B1 1: Uso del suolo	42
B1 2: Percorribilità fluviale da parte delle specie ittiche	43
<i>Tematica: Ecologia e biodiversità</i>	
B3 1: Elementi chimico – fisici	44
B3 2: Macroinvertebrati bentonici	45
<i>Tematica: Inquinamento delle acque</i>	
B4 2: Stato delle opere di risanamento	46
B4 3: Funzionamento degli impianti di depurazione	47

Glossario

Il **Pannello di controllo** attraverso una serie di indicatori, che in forma sintetica e facilmente fruibile forniscono preziose informazioni sullo stato e l'evoluzione della qualità dei Laghi Maggiore e di Lugano, **costituisce uno strumento di verifica dell'efficacia dei provvedimenti intrapresi per conseguire gli obiettivi di risanamento fissati dalla CIPAIS nell'ambito del Piano d'azione.**

Gli **indicatori ambientali** sono parametri sintetici che rappresentano in modo significativo un certo fenomeno ambientale e ne permettono la valutazione nel tempo. In letteratura esistono diversi modelli per la definizione di indicatori di sostenibilità ambientale, la più consolidata classificazione in uso nel campo della valutazione ambientale, che fornisce un quadro logico per approfondire ed analizzare i problemi socio-economico-ambientali e, successivamente esprimerne, attraverso gli indicatori il livello di qualità e le alternative progettuali di miglioramento, è quella del modello per la definizione di indicatori di sostenibilità ambientale "DPSIR" (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposta) messo a punto dall'Agenzia Europea dell'Ambiente.

Le **Determinanti** (o Fonti di pressione) descrivono le **attività antropiche** che hanno conseguenze ambientali: attività industriali, agricoltura, energia, ecc.

Le **Pressioni** costituiscono gli **effetti delle attività antropiche** sull'ambiente: le sostanze rilasciate nell'ambiente, il consumo di risorse, ecc.

Lo **Stato** rappresenta le **condizioni ambientali** e la qualità delle risorse in termini fisici, chimici, biologici.

Gli **Impatti** sono gli **effetti dei cambiamenti** sulla salute umana, sulla conservazione della natura.

Le **Risposte** sono le **misure adottate** da soggetti pubblici e privati per migliorare l'ambiente e per prevenire e mitigare gli impatti negativi.

Gli indicatori del Pannello di controllo sono così classificati secondo questo modello.

I **comparti** ambientali considerati nel Pannello di controllo sono:

- **ambiente lacustre;**
- **bacino idrografico.**

Per ogni comparto considerato vengono analizzate le variabili inerenti le seguenti tematiche:

- **Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali;**
- **Ecologia e biodiversità;**
- **Idrologia e clima;**
- **Inquinamento delle acque.**

Il **core set** di indicatori è composto da 31 elementi, necessari e sufficienti, per la rappresentazione dello stato di qualità delle acque dei Laghi di Lugano e Maggiore, bacini lacustri d'interesse per la Commissione, e delle pressioni agenti nei bacini imbriferi. Gli indicatori sono riportati nello schema a lato.

Alcuni indicatori (L3 11 e B4 1) non sono applicati nel Pannello di controllo del Verbano in quanto, al momento, non sono oggetto di ricerche o indagini avviate per il bacino lacustre.

Gli indicatori dei pannelli di controllo del lago Maggiore e di Lugano possono non risultare identici, poiché parzialmente diversi possono essere gli obiettivi di ricerca cui si riferiscono i parametri esaminati.

		TEMATICA			
		Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali	Idrologia e clima	Ecologia e Biodiversità	Inquinamento delle acque
		1	2	3	4
COMPARTO	Ambiente Lacustre L	L1 1: Prelievo ad uso potabile L1 2: Zone balneabili L1 3: Superficie di specchio d'acqua destinata all'ormeggio di imbarcazioni da diporto L1 4: Pescato L1 5: Potenziale di valorizzazione delle rive	L2 1: Livello lacustre L2 2: Temperatura media delle acque nello strato 0-20 m e profondo L2 3: Massima profondità di mescolamento	L3 1: Colonizzazione delle sponde da parte del canneto L3 2: Abbondanza relativa delle principali macrofite L3 3: Morfologia delle rive lacustri L3 4: Trasparenza L3 5: Clorofilla a L3 6: Fitoplancton L3 7: Biomassa delle popolazioni zooplanctoniche L3 8: Dieta e competizione delle specie ittiche per le risorse alimentari L3 9: Antibiotico resistenza nei batteri lacustri L3 10: Carbonio Organico Totale L3 11: Produzione primaria L3 12: Concentrazione media di fosforo e azoto L3 13: Concentrazione dell'ossigeno di fondo L3 15: TEP	L4 1: Carico di fosforo totale e azoto totale in ingresso a lago L4 2: Microinquinanti nell'ecosistema lacustre
	Bacino idrografico B	B1 1: Uso del suolo B1 2: Percorribilità fluviale da parte delle specie ittiche		B3 1: Elementi chimico - fisici B3 2: Macroinvertebrati bentonici	B4 1: Stato di allacciamento ai sistemi di depurazione B4 2: Stato delle opere di risanamento B4 3: Funzionamento degli impianti di depurazione
		Gli indicatori evidenziati in grigio non sono applicati nel Pannello di Controllo del Lago Maggiore Gli indicatori evidenziati in verde saranno applicati nelle future edizioni del Pannello di Controllo			

La **Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere** (CIP AIS) si occupa da più di 30 anni delle problematiche inerenti l'inquinamento delle acque italo-elvetiche, promuovendo attività di ricerca e di monitoraggio per determinarne l'origine, la natura e l'evoluzione, allo scopo di fornire agli enti preposti le giuste indicazioni per avviare le opportune azioni di risanamento e di tutela ambientale degli ecosistemi lacustri. Il territorio di interesse della CIP AIS corrisponde principalmente con i bacini idrografici del Lago Maggiore che a sua volta comprende quello del Lago di Lugano.

Suddivisione amministrativa del bacino imbrifero

Stato	Italia, Svizzera
Unità territoriali	Regione Piemonte (Province di Novara e del Verbano Cusio Ossola)
	Regione Lombardia (Province di Varese e di Como)
	Cantoni Grigioni, Ticino e Vallese

Caratteristiche morfometriche del bacino imbrifero

	Totale	Svizzera	Italia
Area (Km ²)	6.599	3.369,5	3.229
Altitudine massima (m.s.l.m.)	4.633		
Altitudine media (m.s.l.m.)	1.270		



Il **Lago Maggiore o Verbano**, uno dei più grandi laghi dell'arco alpino e secondo bacino italiano per superficie e volume, si trova ad un'altitudine di 193,5 m sul livello del mare immediatamente ai piedi della catena alpina.



La sua origine, risalente a circa 100.000 anni fa, è stata determinata dall'opera di escavazione di due ghiacciai Wurmiani che si muovevano dalle Alpi attraverso le valli dei Fiumi Ticino e Toce, rimodellando preesistenti valli fluviali del periodo Messiniano.

Il bacino imbrifero del lago copre una superficie di 6.599 km², il cui 50% si trova a quote superiori ai 1.283 m s.l.m.

Amministrativamente il bacino imbrifero ricade entro i confini dell'Italia (3.229 km²), con le Regioni del Piemonte e della Lombardia, e della Svizzera (3.370 km²), ma l'80% della superficie lacustre si trova in territorio italiano. Il bacino imbrifero del Verbano include quello del Lago di Lugano, le cui acque confluiscono nel Maggiore attraverso il Fiume Tresa a Luino.

La popolazione residente che gravita nel bacino imbrifero si compone di circa 670.000 abitanti. Poiché l'area presenta una notevole attrattiva turistica, a questi si devono aggiungere circa 12 milioni di presenze annue, pressoché interamente concentrate nell'area rivierasca.

Altri importanti usi del lago sono rappresentati dalla pesca sportiva e professionale e dalla nautica da diporto. Le acque in uscita sono di importanza fondamentale a fini irrigui delle colture di riso e granoturco della Pianura Padana.

Dal 1960 alla fine degli anni settanta l'incremento demografico nel bacino imbrifero e la progressiva industrializzazione del territorio hanno avuto come conseguenze un aumento del carico del fosforo e un rapido peggioramento della qualità delle acque del Lago Maggiore. All'inizio degli anni ottanta lo stato trofico del Lago Maggiore era compreso fra una condizione di avanzata mesotrofia e quella di eutrofia, con un buon accordo con i modelli OECD (1982) relativi alle relazioni fra carichi di fosforo dal bacino e concentrazioni di fosforo e di clorofilla *a* nelle acque lacustri. Dal 1987, sulla base del diminuito carico esterno di fosforo e delle relative concentrazioni nelle acque, il lago è stato definito come mesotrofo con tendenza all'oligotrofia; **il raggiungimento della condizione di piena oligotrofia è avvenuto negli ultimi dieci anni.**

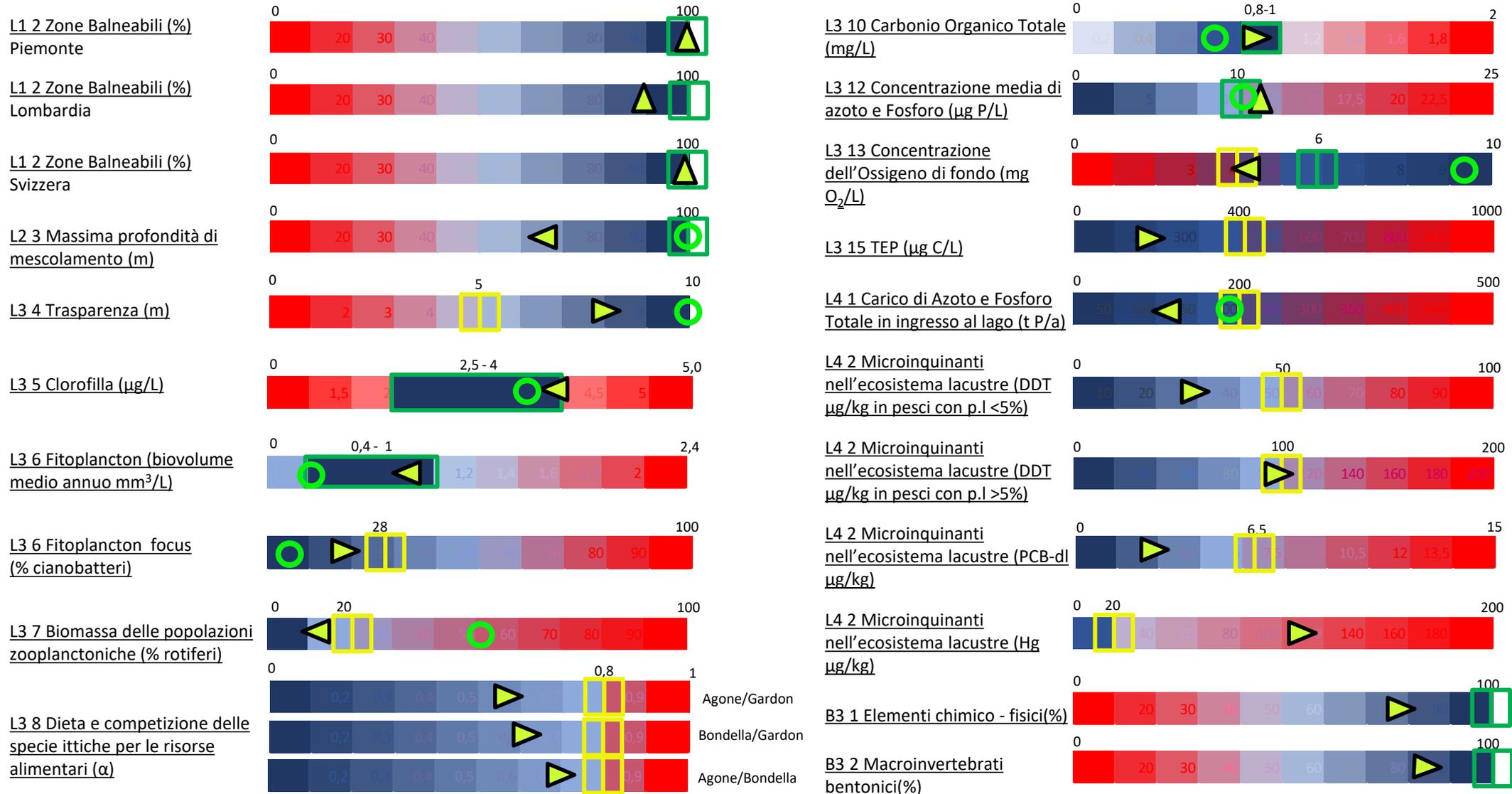
La Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere ha promosso, a partire dal 1978, dettagliate ricerche limnologiche finalizzate al pieno recupero del lago. Sulla base dei risultati conseguiti nel lungo periodo, il piano di protezione ambientale si è così posto l'obiettivo di ridurre il carico di fosforo dal bacino ad un livello al di sotto delle 200 t P/anno in modo da mantenere costantemente nel lago concentrazioni di fosforo inferiori ai 10 mg P/m³. Tale valore è stato raggiunto e oggi il lago presenta concentrazioni di fosforo di 7-8 mg/m³. Se da un lato gli obiettivi trofici sembrano oggi pienamente conseguiti, va però osservato che restano tuttora aperte almeno due problematiche: la prima riguarda l'ambiente idrico litorale che è influenzato in modo diretto ed immediato dagli apporti dai tributari e dagli scarichi a lago, la seconda problematica è legata agli apporti inquinanti di origine industriale, fatto ancora più grave del precedente perché penalizza pesantemente l'intero ecosistema lacustre.

Caratteristiche morfometriche del Lago Maggiore

	Totale	Svizzera	Italia
Area (Km ²)	212,5	42,6	169,9
Volume (m ³)	37,5	7,5	30
Profondità massima (m)	370	-	-
Profondità media (m)	176,5	-	-
Tempo teorico medio di ricambio	4		

INDICATORI DEL PANNELLO DI CONTROLLO

La CIP AIS ha individuato, per ogni indicatore, specifici obiettivi da perseguire. Viene qui rappresentato, in una scala di riferimento costituita da 10 step di qualità, lo stato al 2010 (anno di pubblicazione del primo Pannello di controllo) e lo stato attuale con la tendenza rispetto al 2021 degli indicatori, raffrontati con l'obiettivo di riferimento.



	Obiettivo	Stato attuale e tendenza rispetto al 2021		Stato al 2010		Incremento
	Soglia critica			Stazionarietà		Decremento



Il **2022** è stato un anno caratterizzato dalla continuazione del periodo di **siccità** e di **caldo** iniziato nell'anno precedente, e che ha visto anche il riaprirsi in modo quasi completo delle attività umane dopo il periodo di pandemia da COVID.

La condizione climatica secca e calda è stata rivelata dalle misurazioni, con un notevole calo delle piogge, un **basso livello** del lago, una **bassa portata** degli immissari del lago e del Ticino emissario.

L'**omogeneizzazione** della colonna d'acqua si è fermata a 70 metri, rimanendo per il nono anno consecutivo entro i 100 metri.

Le tendenze all'aumento o alla diminuzione dei vari parametri fisici e chimici (e.g. pH, O₂, ioni principali e nutrienti algali) continuano come negli anni precedenti, rimanendo in linea con tendenze globali di cambiamento.

Per quanto riguarda le componenti biotiche, il **fitoplancton** segue in maniera rapida le condizioni climatiche, con cambi di abbondanza e composizione delle comunità legati ad eventi meteorologici.

Lo **zooplancton** segue a sua volta le dinamiche del fitoplancton: è interessante per il 2022 rilevare la mancanza del picco primaverile di abbondanza di cladoceri.

Non sono state viste differenze nella sovrapposizione di **nicchia trofica** tra le specie di pesci rispetto alle tendenze stagionali rivelate negli anni precedenti.

L'analisi delle **schiume** ha rivelato come queste siano molto probabilmente di origine naturale e contengano un'abbondanza di carbonio organico e clorofilla, con una comunità microbica distinta da quella delle acque del lago.

Le fluttuazioni nelle abbondanze dei **geni di antibiotico resistenza** nelle comunità batteriche del lago continuano seguendo quanto individuato già negli anni precedenti, e i cambiamenti visibili sono soprattutto legati al mutato uso degli antibiotici dopo gli anni della pandemia da COVID.



Le attività svolte nel **2022** hanno riguardato l'analisi qualitativa e quantitativa di sostanze pericolose (DDX, PCB, PBDE, HBCD, DBDPE, IPA, Hg, fragranze, PFAS) nei **sedimenti** di diversi tributari, nell'emissario e nei **molluschi filtratori**, al fine di individuarne l'origine, nonché nello **zooplancton**, nei **macroinvertebrati bentonici** e nei **pesci**, per studiarne il percorso lungo la rete trofica.

In generale, il 2022 è stato un anno caratterizzato da **livelli di contaminazione** generalmente contenuti in tutte le matrici ambientali indagate, probabilmente per effetto di limitati apporti da bacino legati alle condizioni di **siccità** che si sono verificate nello scorso anno.

Vengono di seguito riassunti i principali risultati per ogni matrice analizzata:

- **Sedimenti dell'emissario:** le concentrazioni di DDX, PCB totali e PBDE nei sedimenti del Ticino Emissario sono risultate contenute e al di sotto di soglie di rischio per gli organismi acquatici calcolate come Q-PEC, così come i valori per le fragranze HHCB e AHTN (rischio basso secondo l'approccio dell'Hazard Quotient - HQ) e per il Hg, mentre DBDPE, HBCD e PFAS sono sotto il limite di quantificazione.

- **Molluschi:** le concentrazioni di DDX sono risultate basse in tutte le stazioni, sebbene il 15% del totale sia costituito dal composto parentale, indice della permanenza di sorgenti attive; i valori di PCB e Hg, molto contenuti, sono risultati decrescenti lungo l'asse Nord-Sud, da Brissago verso Ranco; i PBDE hanno mostrato le concentrazioni più elevate a Pallanza e Baveno e il superamento dello Standard di Qualità Ambientale per il biota, una soglia tuttavia molto bassa; gli IPA mostrano invece un aumento rispetto agli anni precedenti e la prevalenza di composti ad elevato numero di anelli condensati (crisene), indice di sorgenti locali pirogeniche.

- **Zooplancton:** lo zooplancton presenta concentrazioni contenute di DDX totali, tra cui è presente anche il composto parentale, di PCB e Hg. Considerando la biomassa di zooplancton, che nel 2022 è risultata molto limitata rispetto a quella degli anni precedenti, si conferma che lo stock (repository) di contaminanti in questa componente è massimo nella frazione dimensionale $\geq 450 \mu\text{m}$ in primavera, quando la predazione da parte dei pesci pelagici è maggiormente attiva.

- **Pesci campionati nel lago:** gli agoni mostrano due superamenti dello Standard di Qualità Ambientale per i DDX totali, uno dei quali (agoni grandi campionati in primavera) si associa anche ad un picco di Hg. Non si evidenziano superamenti per i PCB, che mostrano valori bassi in tutte le specie (agoni, coregoni, gardon). Tutti i pesci superano ampiamente lo Standard di Qualità Ambientale per i PBDE e per il Hg.

- **Sedimenti dei tributari:** il Toce si caratterizza per la contaminazione da DDX totali, tra cui permane il composto parentale, da Hg e PCB, ma con valori al di sotto delle soglie di rischio (Q-PEC). I PCB vengono apportati a lago anche da Boesio e Bardello, da cui derivano anche diversi altri contaminanti, quali le fragranze (che determinano un rischio medio secondo l'approccio HQ) e i PBDE (con il composto più tossico BDE-209 prevalente). I composti perfluorurati (PFAS) sono risultati presenti solo sporadicamente nei sedimenti e con concentrazioni trascurabili. I tributari generalmente meno contaminati sono il Ticino Immissario e il Margorabbia.

- **Pesci campionati nei tributari:** i DDX mostrano i valori più elevati nelle trote e cavedani del Toce, seguiti da quelli del Boesio. Anche i valori dei PCB sono più elevati in questi due fiumi rispetto a Margorabbia e San Giovanni. Questo andamento è confermato anche per il Hg nei cavedani, mentre i valori di Hg più elevati per la trota si trovano nel San Giovanni. Tutti i campioni superano lo Standard di qualità Ambientale per il Hg e per i PBDE. Quest'ultima classe di composti mostra i massimi nei pesci del Boesio.

- **Sedimenti e macroinvertebrati del Toce:** i sedimenti del Toce mostrano in tutti i siti, sia a monte che a valle di Pieve Vergonte, valori di DDX e Hg in linea con il background. I macroinvertebrati bentonici mostrano invece un aumento significativo a valle del sito industriale e dimostrano il permanere di una significativa biodisponibilità dei contaminanti accumulati nei sedimenti.

Sebbene con valori contenuti, determinati dalle condizioni di eccezionali di siccità, i risultati del 2022 mostrano la presenza di **sorgenti attive di contaminazione**, in particolare per **DDX, Hg e IPA**.

L'analisi degli **PFAS**, condotta sui sedimenti, mostra la scarsa affinità di questi composti per la fase solida; pertanto, si propone per il 2023 l'analisi di questi composti sui molluschi filtratori, piuttosto che sui sedimenti lacustri.



Le ricerche portate avanti nel 2022 si sono focalizzate su tre temi principali: l'effetto delle microplastiche nella rete trofica del lago, lo studio degli organismi delle zone litorali e la ricognizione della qualità delle zone litorali del Lago Maggiore.

Lo **studio delle microplastiche** si è focalizzato sul monitoraggio della presenza e delle caratteristiche delle plastiche galleggianti sulla **superficie lacustre** per fornire indicazioni sul livello di inquinamento generale, sulle principali fonti di contaminazione insistenti sul bacino imbrifero e sulla presenza di eventuali influenze stagionali. Il monitoraggio della quantità e delle caratteristiche delle plastiche flottanti nella **colonna d'acqua** e di quelle **ingerite dai coregoni** hanno permesso di determinare il livello di esposizione degli organismi acquatici e di individuare i meccanismi che ne influenzano l'ingresso nella catena alimentare.

Sui **campioni prelevati nel corso del 2022** si sono iniziate le analisi per la **conta** e la **caratterizzazione morfo-dimensionale** delle plastiche presenti. Ad oggi però non si sono analizzati in maniera completa (ovvero in tutte le repliche e gli individui prelevati); i dati finali verranno presentati nei prossimi report.

I dati preliminari finora ottenuti mostrano **concentrazioni di plastiche nella colonna d'acqua** molto inferiori rispetto a quelle trovate in superficie (range 0,02 – 0,2 particelle m⁻³), fenomeno evidenziato anche in altri studi sia in acque dolci che marine.

I polimeri trovati mostrano al momento una forte presenza nella colonna d'acqua di **polimeri come PE e PP**, abbondanti anche nei campioni superficiali. La presenza di questi polimeri, che hanno densità bassa e che quindi dovrebbero galleggiare sul pelo dell'acqua, sottolinea l'importanza dei processi di fouling microbico e di invecchiamento che, modificando la superficie esterna, possono modificare la distribuzione della plastica in ambiente.

I primi dati **sull'ingestione di plastica** da parte dei pesci ha mostrato una forte variabilità nelle diverse date di campionamento analizzate, con alcuni periodi in cui gli individui presentavano

raramente plastiche nel loro tratto gastrointestinale e periodi in cui la presenza era più alta e le ingestioni medie erano intorno a valori di una particella per pesce.

La caratterizzazione delle diverse forme (fibre, frammenti, linee e pellets) indica chiaramente come non esista nel Verbano, almeno per il 2022, una contaminazione di **tipo industriale**, come testimoniato dal fatto che i pellets rappresentano non più del 2% delle diverse forme riscontrate, tra l'altro rilevati solamente in tre degli undici mesi analizzati.

In conclusione, è da sottolineare il fatto che **l'inquinamento da plastica** osservato nel 2022 nel Verbano è sicuramente non elevato, se confrontato con i dati di altri laghi a livello mondiale, e di origine quasi esclusivamente **domestica**, legata ai lavaggi dei capi sintetici o dovuta alla frammentazione di rifiuti plastici abbandonati intenzionalmente o involontariamente in ambiente, mentre sembra del tutto trascurabile una contaminazione di tipo industriale. Tale risultato è molto importante nell'ottica non solo di una corretta valutazione del rischio ambientale (Environmental Risk Assessment, ERA), ma anche e soprattutto per una necessaria e futura gestione del rischio per questo tipo d'inquinanti emergenti in tale fondamentale ecosistema acquatico.

Il progetto di **monitoraggio della fauna bentonica ed interstiziale litorale** ha permesso di mappare alcune specie invasive come tre specie di gamberi e una di briozoo, seguendone l'espansione. In aggiunta, è stato predisposto il piano d'azione per l'utilizzo di DNA ambientale per il monitoraggio delle specie invasive. Il progetto si è anche focalizzato sulla fauna interstiziale, raccogliendo i campioni ed iniziando la determinazione delle specie trovate.

I dati delle ricerche sono consultabili nella sezione rapporti del Lago Maggiore.

L1 1 PRELIEVO AD USO POTABILE

Quantità d'acqua prelevata dai corpi idrici per la produzione di acqua potabile

DESCRITTORI

Volumi prelevati
Tipologia di trattamento

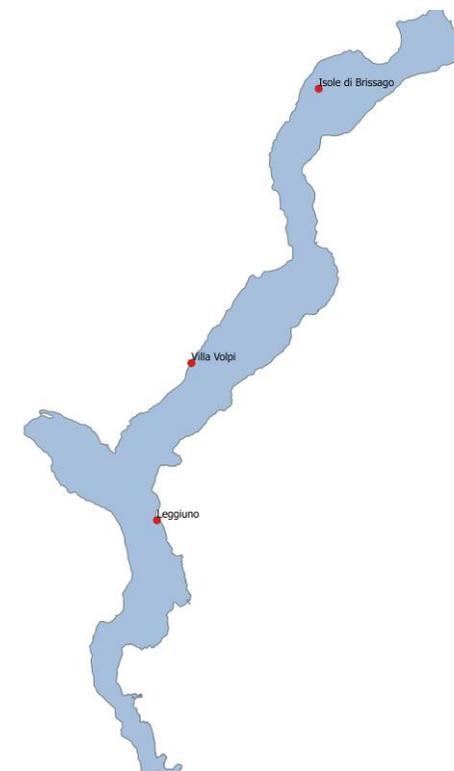
STATO E TENDENZA

Il prelievo ad uso potabile nel Lago Maggiore è effettuato in 3 località: nel comune di Ghiffa in Piemonte, nel Comune di Leggiuno in Lombardia e nel Comune di Brissago in Canton Ticino.

L'impianto di potabilizzazione di Ghiffa nel 2022 ha diminuito i volumi prelevati rispetto al 2021 del 3% circa, anche Leggiuno ha ridotto del 16% i volumi di acqua e Brissago ha ridotto del 46% i volumi captati. Complessivamente nel 2022 i volumi di captazione nel Lago Maggiore sono diminuiti dell'13% circa rispetto al 2021, con un volume totale pari a 1.223.108 m³.

La tipologia di trattamento negli impianti di potabilizzazione è importante per assicurare la buona qualità delle acque che vengono immesse direttamente negli acquedotti comunali. Infatti l'acqua dei laghi, non è mai pura. Essa contiene in soluzione gas e composti chimici provenienti dall'atmosfera, sostanze disciolte e particelle sospese convogliate dagli affluenti che alimentano il lago. Altri composti vengono liberati dalle reazioni che hanno luogo nell'acqua, nei sedimenti delle rive e del fondo. La composizione chimica delle acque dei laghi è influenzata anche dagli organismi viventi che le popolano e dipende dalle origini e dalla storia del lago. Le sue caratteristiche sono principalmente il basso contenuto di sali, con i costituenti in equilibrio, tra i quali predominano le specie bicarbonato e calcio. Negli impianti di potabilizzazione di Villa Volpi a Ghiffa e di Leggiuno, il trattamento delle acque avviene prima con una preclorazione che consente di eliminare la formazione di microrganismi sui letti filtranti, poi mediante filtrazione con due filtri in serie (sabbia e carboni attivi); la disinfezione viene assicurata tramite l'uso di una soluzione di NaClO. Ciò consente di ridurre anche il rischio di contaminazione delle acque dai cianobatteri.

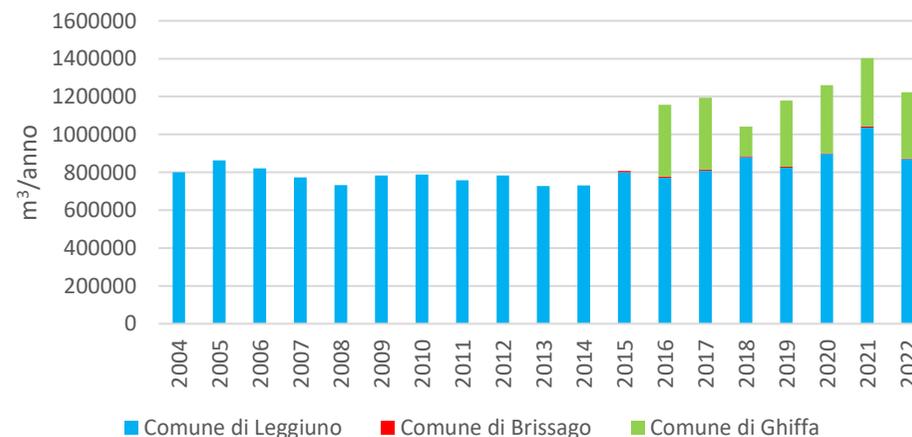
Ubicazione dei punti di captazione per il prelievo ad uso potabile nel 2022 (a destra); dati relativi agli impianti di potabilizzazione e volume d'acqua annuo prelevato a lago, con riferimento alle acque destinate alla distribuzione in acquedotti pubblici (sotto)



Portata di prelievo autorizzata nel 2022 e tipologia di trattamento effettuato negli impianti di potabilizzazione

Punto Prelievo	Portata in concessione (L/s)	Volumi prelevati (m ³ /a)	Tipologia trattamento
Leggiuno (VA)	30	869.009	Pre-clorazione, filtri a sabbia, post-clorazione
Ghiffa – Villa Volpi (VB)	12	350.000	Pre-disinfezione e post-disinfezione con clorazione (Ipoclorito di Sodio), filtrazione su filtri in serie (letto a sabbia; letto misto con carboni attivi)
Brissago (TI)	10	4.099	Ozonizzazione, ultrafiltrazione, irraggiamento UV

Volumi prelevati





L1 2 ZONE BALNEABILI

Tratti costieri considerati balneabili in riferimento alla qualità batteriologica delle acque

DESCRITTORI

Classe di qualità delle acque di balneazione
Percentuale di spiagge balneabili

OBIETTIVO

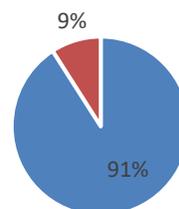
L'obiettivo per questo indicatore consiste nel raggiungimento dell'idoneità alla balneazione nel 100% delle spiagge. La Direttiva 2006/7/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione prevede la valutazione qualitativa delle acque secondo 4 classi di qualità (eccellente, buona, sufficiente e scarsa). Un'acqua è balneabile se risulta almeno di classe sufficiente. Ai sensi di detta normativa vengono eseguiti controlli di tipo microbiologici, analisi di parametri chimico-fisici e l'attuazione di uno specifico piano di monitoraggio algale per rilevare la presenza di cianobatteri, dannosi per la salute pubblica.

STATO E TENDENZA

Nel 2022 sono risultate balneabili tutte le spiagge monitorate del Lago Maggiore ad eccezione delle spiagge di Germignaga e Brebbia Sabbie d'oro. Dei 102 punti monitorati per la balneazione presenti sul Lago Maggiore, nel 2022 risultano 76 spiagge in classe di qualità «eccellente», 17 sono in classe «buona», 4 in «sufficiente», 5 con qualità «scarsa» nei comuni di Ghiffa, Arona, Castelletto Ticino, Dormelletto e Germignaga. Il D.Lgs 116/08 prevede (art.8, c. 4) che le acque scarse siano dichiarate non balneabili e tuttavia, a fronte di "adeguate misure di gestione", le spiagge sono state ugualmente ammesse alla fruizione balneare (D.D. 671 del 22/04/2022) tranne Germignaga. Per affrontare questa criticità, presentatasi per la prima volta sul Lago Maggiore in territorio piemontese, è stato previsto un tavolo tecnico con i soggetti coinvolti (Comuni, EgATO e gestore del SII) per gestire in maniera efficace la situazione, individuando e sottoponendo a controllo le possibili fonti di impatto che potrebbero determinare scadimento della qualità delle acque di balneazione. Questo ha dato luogo a delle misure di gestione che tutelano la salute dei bagnanti e permettono la fruizione in sicurezza (ad es. per le zone scarse, anche i gestori effettuano campionamenti nel corso della stagione balneare per cercare ulteriormente di circoscrivere ed eliminare i possibili impatti sulle acque di balneazione). Le informazioni di dettaglio sulla qualità delle acque di balneazione sono informazioni consultabili nei siti dell' [Agenzia Ambientale Europea](#) del [Portale Acque del Ministero della Salute Italiano](#).

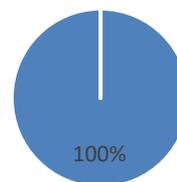
Ubicazione e ripartizione in classi di qualità delle acque di balneazione per le spiagge del Lago Maggiore e non idoneità alla balneazione nell'anno 2022

Lombardia

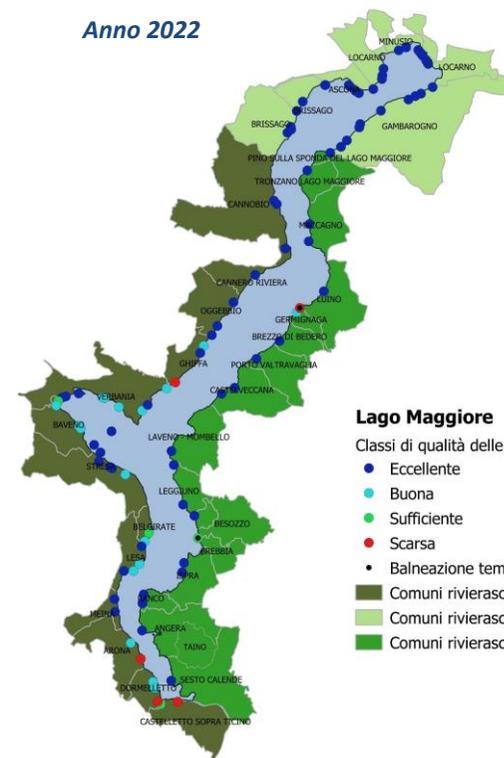
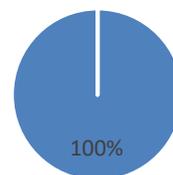


■ Spiagge Balneabili
■ Spiagge non Balneabili

Piemonte



Svizzera

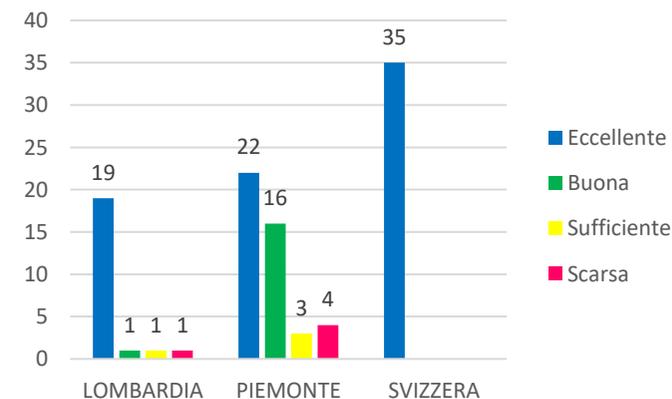


Lago Maggiore

Classi di qualità delle spiagge anno 2022

- Eccellente
- Buona
- Sufficiente
- Scarsa
- Balneazione temporaneamente vietata
- Comuni rivieraschi piemontesi
- Comuni rivieraschi svizzeri
- Comuni rivieraschi lombardi

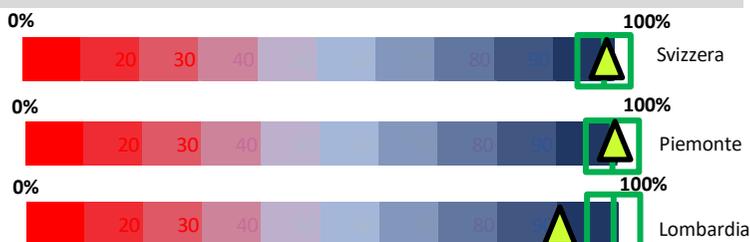
Distribuzione delle classi di qualità delle acque di balneazione nel 2022 nel Lago Maggiore



Obiettivo: 100% delle spiagge balneabili



Stato attuale





L1 4 PESCATO

Caratterizzazione del pescato professionale

DESCRITTORI

Pescato professionale

OBIETTIVO

L'obiettivo principale ai fini della conservazione del patrimonio ittico consiste nella tutela delle specie autoctone e degli ambienti acquatici; in particolare, la CIP AIS si propone l'obiettivo di conseguire una condizione dell'ecosistema prossima a quella naturale in cui le attività di pesca non compromettano la conservazione o il ripristino delle popolazioni ittiche delle specie autoctone e, secondariamente, anche di quelle di maggiore interesse commerciale quali Salmonidi, pesce persico, lucioperca e coregone.

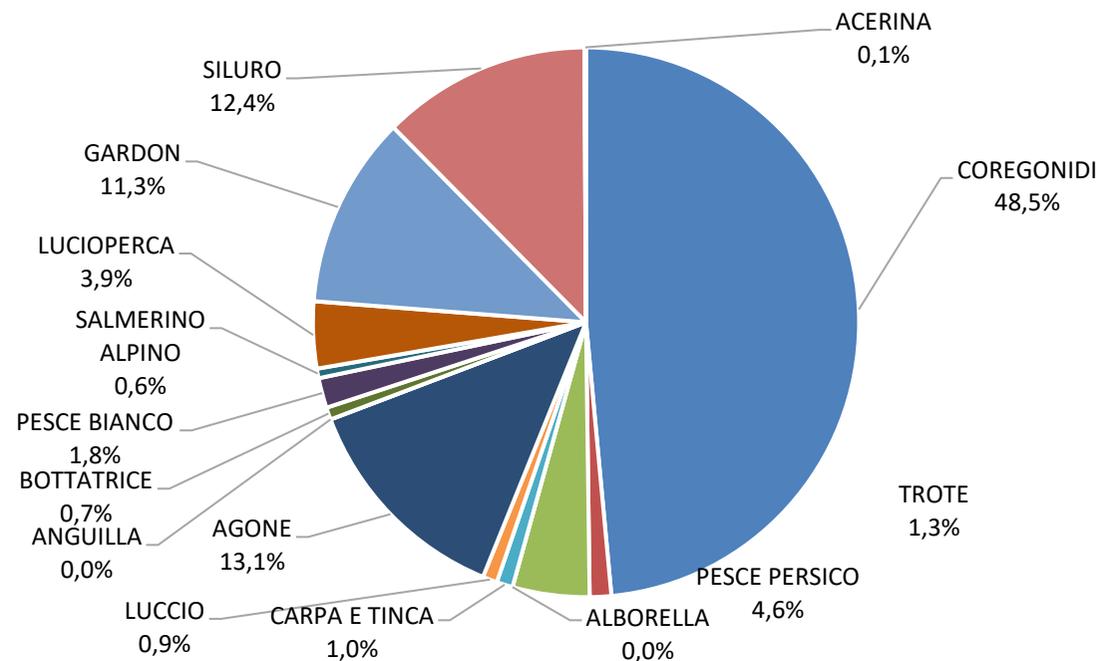
STATO E TENDENZA

Il pescato totale nel 2022 è stato pari a 113,75 tonnellate. La frazione maggiore del pescato per un totale di 55,21 tonnellate è costituita dai coregonidi (48,0%), seguono l'agone con 14,39 tonnellate (12,6%), il siluro con 14,07 tonnellate (12,37%), il gardon con 12,88 tonnellate (11,3%), il pesce persico con 5,2 tonnellate (4,5%) e il lucioperca con 4,47 tonnellate (3,9%). Luccio (0,98 tonnellate), trota (1,45 tonnellate), bottatrice (0,82 tonnellate), salmerino alpino (0,64 tonnellate), carpa e tinca (1,09 tonnellate) e acerina (0,10 tonnellate) contribuiscono in misura decisamente minore (complessivamente il 3,9%). Infine il pesce bianco (cavedano, scardola, pigo) contribuisce con circa 2,0 tonnellate (1,7%).

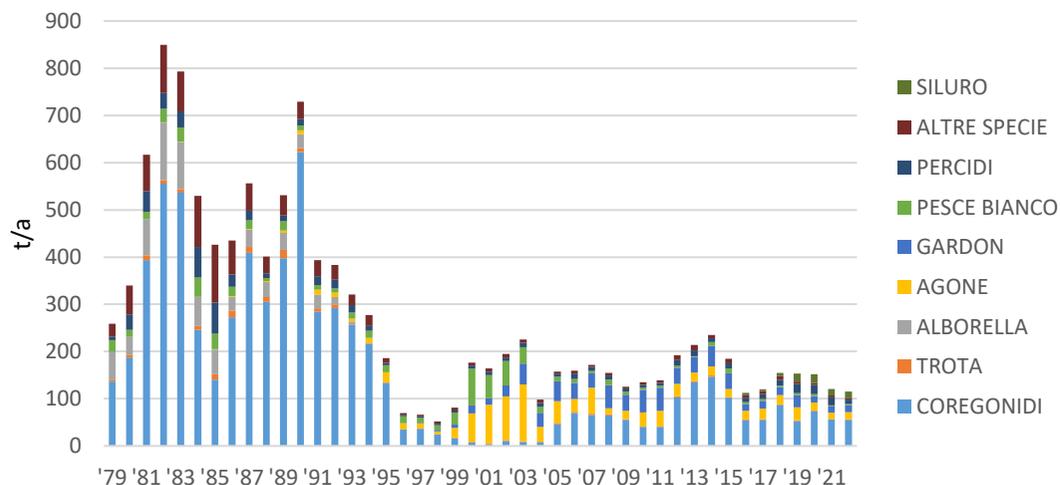
I dati del pescato sono forniti dalla Commissione Italo-Svizzera per la Pesca (CISPP).

Composizione specifica e contributo ponderale percentuale (% in peso) delle diverse specie ittiche al pescato professionale nel Lago Maggiore nel 2022

PESCATO PROFESSIONALE DEL LAGO MAGGIORE NEL 2022



Evoluzione del pescato dal 1979 al 2022 nel Lago Maggiore



L1 5 POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE DELLE RIVE

Ultimo aggiornamento nel 2018

Individuazione dei tratti rivieraschi meritevoli di intervento di ripristino e rinaturalizzazione della fascia litorale

DESCRITTORI

Stato della naturalità delle rive, Indice di Funzionalità Perilacuale (IFP)
Fattibilità tecnica di interventi di riqualificazione (morfologia ed occupazione della riva)

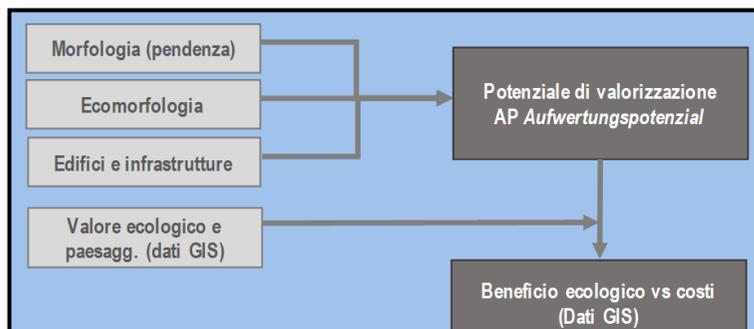
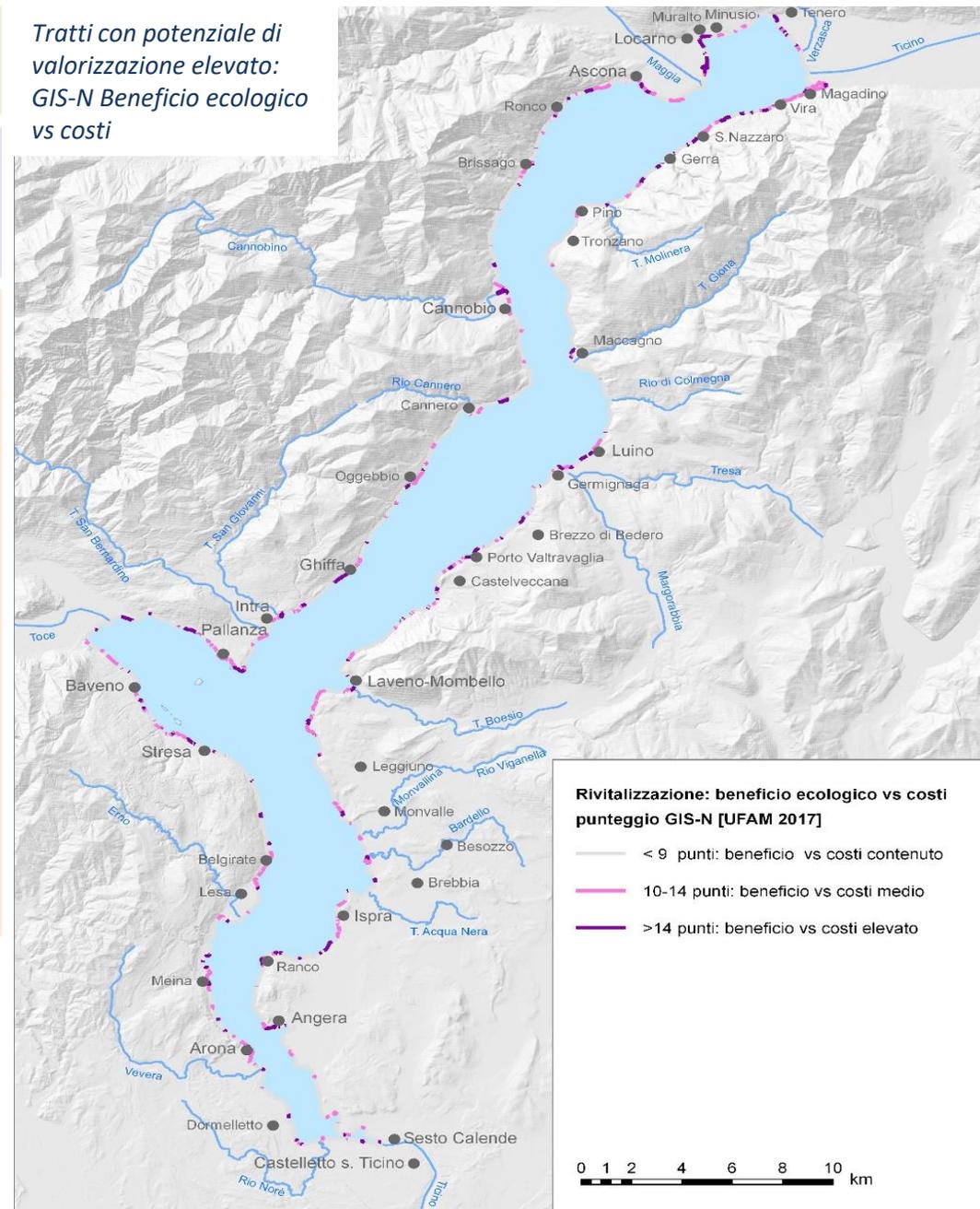
OBIETTIVO

Ripristinare e rinaturalizzare i tratti rivieraschi compromessi, ovvero i tratti che attualmente presentano dei deficit ecomorfologici, è un obiettivo esplicito del Piano d'azione CIP AIS del Lago Maggiore e del Lago Ceresio. Lo studio del potenziale di valorizzazione naturalistica delle rive lacustri ha lo scopo di individuare i tratti rivieraschi meritevoli di intervento.

STATO E TENDENZA

Il potenziale di valorizzazione naturalistica è calcolato a partire dal valore degli indicatori relativi ai deficit ecomorfologici della riva (stato rive, IFP, vedi indicatore L3 3). Per il Lago Maggiore, il potenziale di valorizzazione naturalistico è stato valutato grazie ad un metodo ispirato alla procedura per la pianificazione strategica della rivitalizzazione delle rive lacustri dell'Ufficio federale svizzero dell'ambiente (UFAM). Detto metodo si basa su un'analisi di dati territoriali GIS: si combinano da un lato i deficit ecomorfologici (stato rive, IFP), dall'altra la fattibilità tecnica di interventi di riqualificazione della riva (inclinazione del fondale nella fascia litorale, presenza di infrastrutture e edifici nella fascia riparia). In un'ottica di bilancio dei costi e dei benefici, viene conferito il potenziale di valorizzazione più elevato ai tratti con gravi disfunzioni ecomorfologiche (es: argini in calcestruzzo o muri), e al contempo caratterizzati condizioni di intervento tecnicamente favorevoli (fascia riparia libera da edifici o infrastrutture oppure pendenza non elevata). Al contrario, ai tratti di riva ecologicamente compromessi, con fondale scosceso o presenza importante di infrastrutture, è conferito un potenziale di valorizzazione inferiore, poiché i costi di rivitalizzazione risultano onerosi. Il potenziale di valorizzazione è considerato nullo per i tratti di riva lacustre che attualmente sono caratterizzati da deficit ecologici nulli o contenuti. Infatti, gli interventi di rivitalizzazione non dovrebbero interessare settori che attualmente non hanno disfunzioni comprovate, o che addirittura costituiscono degli hotspot di biodiversità. Infine si esegue una valutazione del beneficio ecologico vs costi con adeguamenti del potenziale sulla base della vocazione ecologico-naturalistica o dell'antropizzazione del tratto di studio (vedi immagine a destra).

Tratti con potenziale di valorizzazione elevato:
GIS-N Beneficio ecologico vs costi





L1 5 POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE DELLE RIVE

Ultimo aggiornamento nel 2018

Focus POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE FRUITIVA

DESCRITTORI

Accessibilità e fruibilità della riva (IFP)

Presenza di zone balneabili

OBIETTIVO

Promuovere la fruibilità pubblica delle sponde nel rispetto delle componenti naturali è un obiettivo esplicito del Piano d'azione CIPAIS del Lago Maggiore e del Lago Ceresio. Lo studio del potenziale di valorizzazione fruitiva delle rive lacustri permette di individuare i tratti rivieraschi meritevoli di intervento.

STATO E TENDENZA

Lo stato del potenziale di valorizzazione fruitiva della riva è dato dal monitoraggio degli indicatori relativi ai deficit di fruibilità in termini di accessibilità e percorribilità (vedi indicatore L3 3), nonché dalla presenza e vicinanza di aree di svago a lago e zone balneabili (indicatore L1 2). Per il Lago Maggiore, il potenziale di valorizzazione fruitiva delle rive è stato valutato sia per quanto riguarda la realizzazione ed il completamento di percorsi a lago (sentieri escursionistici, passeggiate e piste ciclopedonali, ecc.), sia per quanto riguarda la disponibilità di aree di svago e balneazione. Per definire il potenziale di valorizzazione tramite percorsi a lago è stata svolta un'analisi, a partire inizialmente dagli indicatori preesistenti, ed in seguito con un approfondimento tramite sopralluoghi ed analisi GIS. Il perimetro dell'analisi dello stato attuale è stato allargato per considerare una nozione di fascia litorale più estesa e sono state dettagliate maggiormente le tipologie di percorribilità attuali. In questo modo è stato possibile allargare il punto di vista, integrando nell'analisi anche i percorsi esistenti (pedonali e veicolari) all'esterno della fascia perilacuale, ma ancora con una forte relazione con il lago. Scopo di questa fase era di individuare da subito i percorsi alternativi esistenti o potenziali in assenza di una percorribilità diretta a lago.

Per quanto riguarda le aree di svago e balneazione, l'elenco dei siti ufficialmente monitorati (qualità delle acque balneabili) è stato integrato con un censimento degli ulteriori siti frequentati tramite indagini sul terreno, analisi dei dati digitali e interviste ad attori locali.

Grazie alle informazioni raccolte si è proceduto all'allestimento di due carte rappresentative della situazione attuale: una cartografia della percorribilità e un'altra riguardante le aree di fruizione.

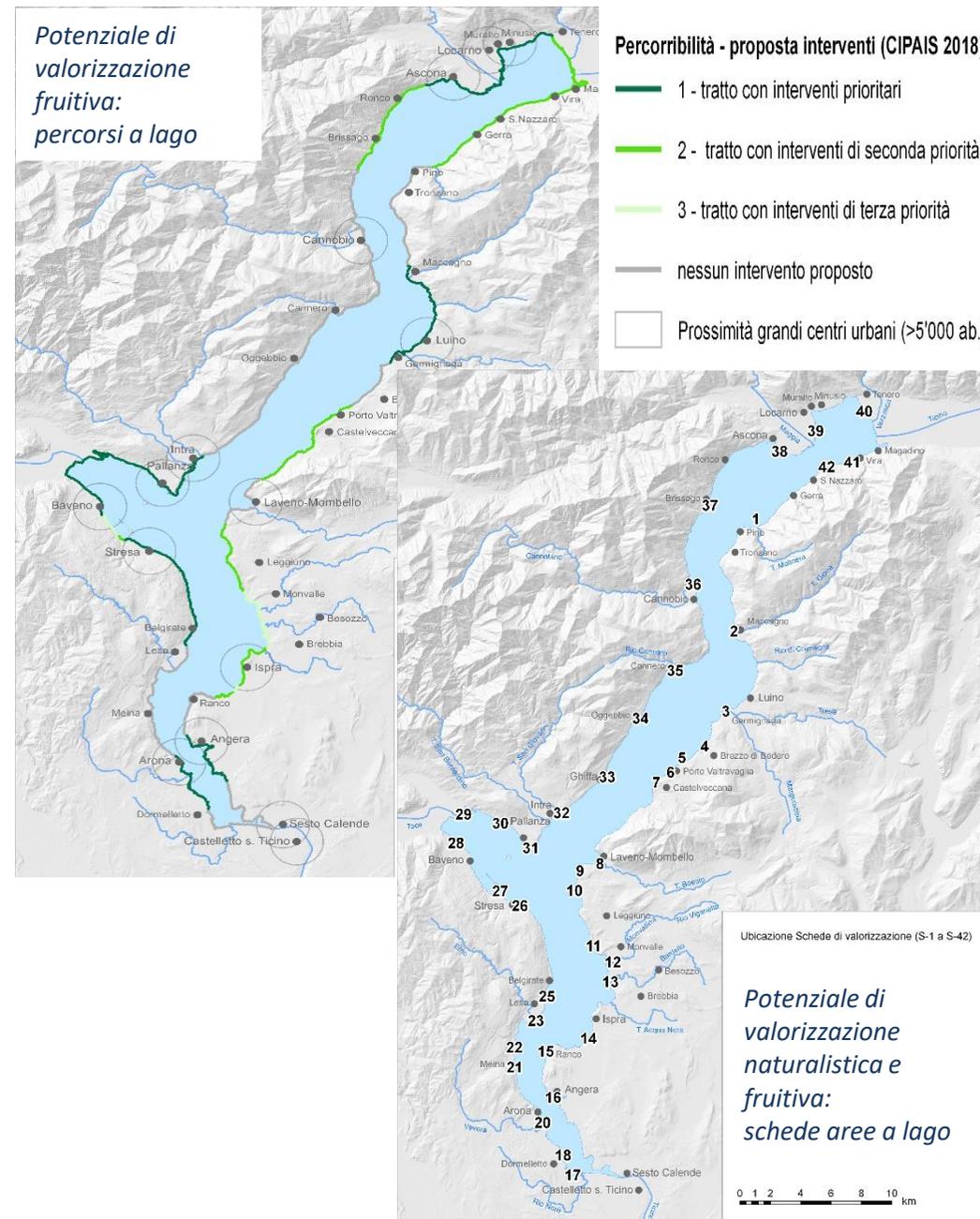
Sulla base di queste cartografie è stato possibile verificare la presenza di deficit di percorribilità e fruizione, e valutarne il potenziale di miglioramento con un'analisi tratto per tratto. Nella definizione del potenziale è stata conferita priorità ai percorsi che collegano i centri urbani a zone naturali, o a poli fruitivi con lidi e campeggi, così come a quei collegamenti che coinvolgono aree d'interesse turistico. Allo stesso modo sono stati messi in evidenza quei tratti di percorso a completamento e ricicatura di tratti già esistenti.

Per quanto riguarda le aree di svago e balneazione, sono stati individuati numerosi siti potenzialmente interessanti per la nuova realizzazione e riqualifica di aree di svago, con un particolare focus su quei siti dove vi è una possibilità di sinergia con i percorsi a lago o per quei siti dove il potenziale di rivalizzazione ecomorfologico permette la realizzazione di interventi integrati.



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Potenziale di valorizzazione fruitiva:
percorsi a lago



L2 1 LIVELLO LACUSTRE

Andamento del livello delle acque lacustri

DESCRITTORI

Livello medio lacustre
Livello minimo lacustre
Livello massimo lacustre

OBIETTIVO

All'indicatore non è associato un obiettivo di qualità, anche se le sue variazioni possono influire sulla qualità dell'ecosistema lacustre. L'entità delle variazioni, e/o la persistenza non naturale su livelli medio-alti possono essere causa di impatti per l'ecosistema.

STATO E TENDENZA

Il Lago Maggiore, pur essendo un corpo idrico naturale è regolato al suo incile dalla diga della Miorina, in località Golasecca a Sesto Calende. La presenza della diga, e quindi di una regolazione attiva dei livelli del lago pone una difficoltà sulle modalità di analisi dei dati di livello registrati e sulla loro interpretazione; questo perché l'andamento dei livelli è legato alla regolazione e non ad una effettiva risposta naturale agli eventi meteorologici, se non a quello di piena. Tenuto conto di quanto detto in precedenza, in figura 1 si riportano i dati di livello mensile del lago per l'anno 2022, unitamente a quelli medi mensili del periodo di riferimento 1952-2021.

Come si evince dalla figura 1 per tutto l'anno 2022 il livello del lago si è mantenuto al di sotto del periodo di riferimento intorno agli 83 cm medi, a causa delle scarse precipitazioni registrate. Il mese in cui si è situato maggiormente al di sotto della media di riferimento è stato giugno, quello in cui la differenza con il periodo di riferimento è stata minore è stato marzo.

Nel 2022 il livello del lago non ha mai raggiunto il limite di sperimentazione pari a 194,35 m s.l.m.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento medio mensile dei livelli del lago

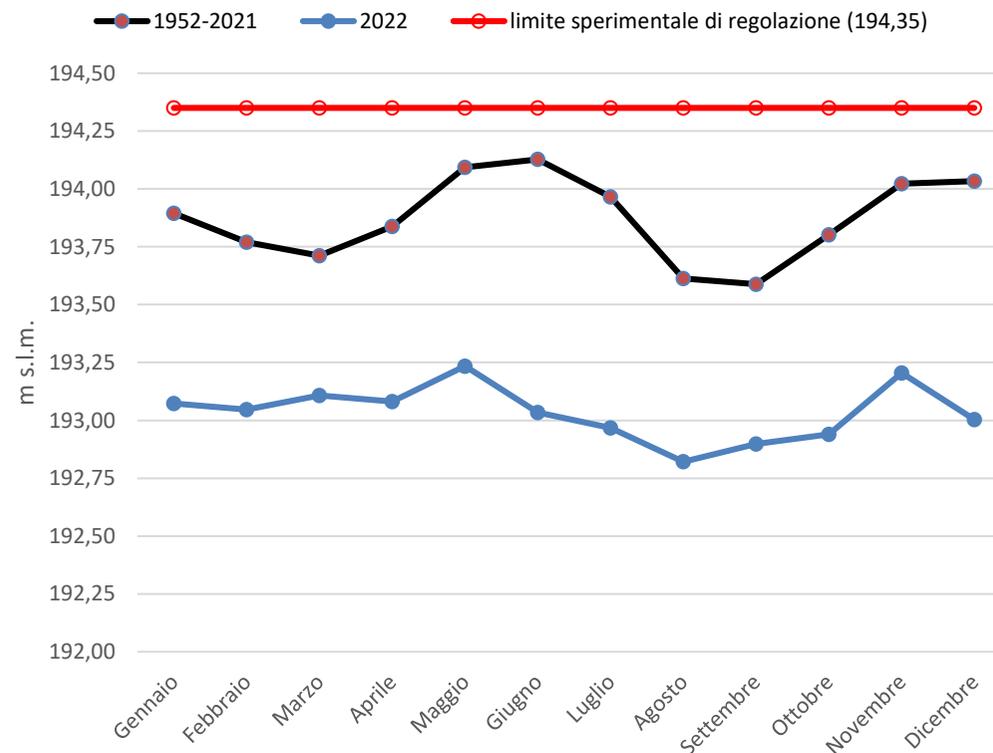


Figura 1 – Andamento medio mensile dei livelli del Lago Maggiore per l'anno 2022 (linea blu) e per il periodo di riferimento 1952-2021 (linea nera). Nuovo limite sperimentale di regolazione richiesto per il periodo 15 marzo - 15 settembre, pari a 194,35 m s.l.m. (linea rossa).

L2 2 TEMPERATURA MEDIA DELLE ACQUE NEGLI STRATI 0-20 m E PROFONDO

Temperatura media delle acque nello strato 0-20 m e nello strato profondo

DESCRITTORI

Temperatura media dell'acqua nello strato superficiale
Temperatura media dell'acqua nello strato profondo (< 200 m)

OBIETTIVO

All'indicatore non è associato un obiettivo di qualità; la sua osservazione è però utile per la comprensione dei fenomeni biologici ed ecologici caratterizzanti il bacino lacustre e per valutare la risposta del lago ai cambiamenti climatici globali in atto.

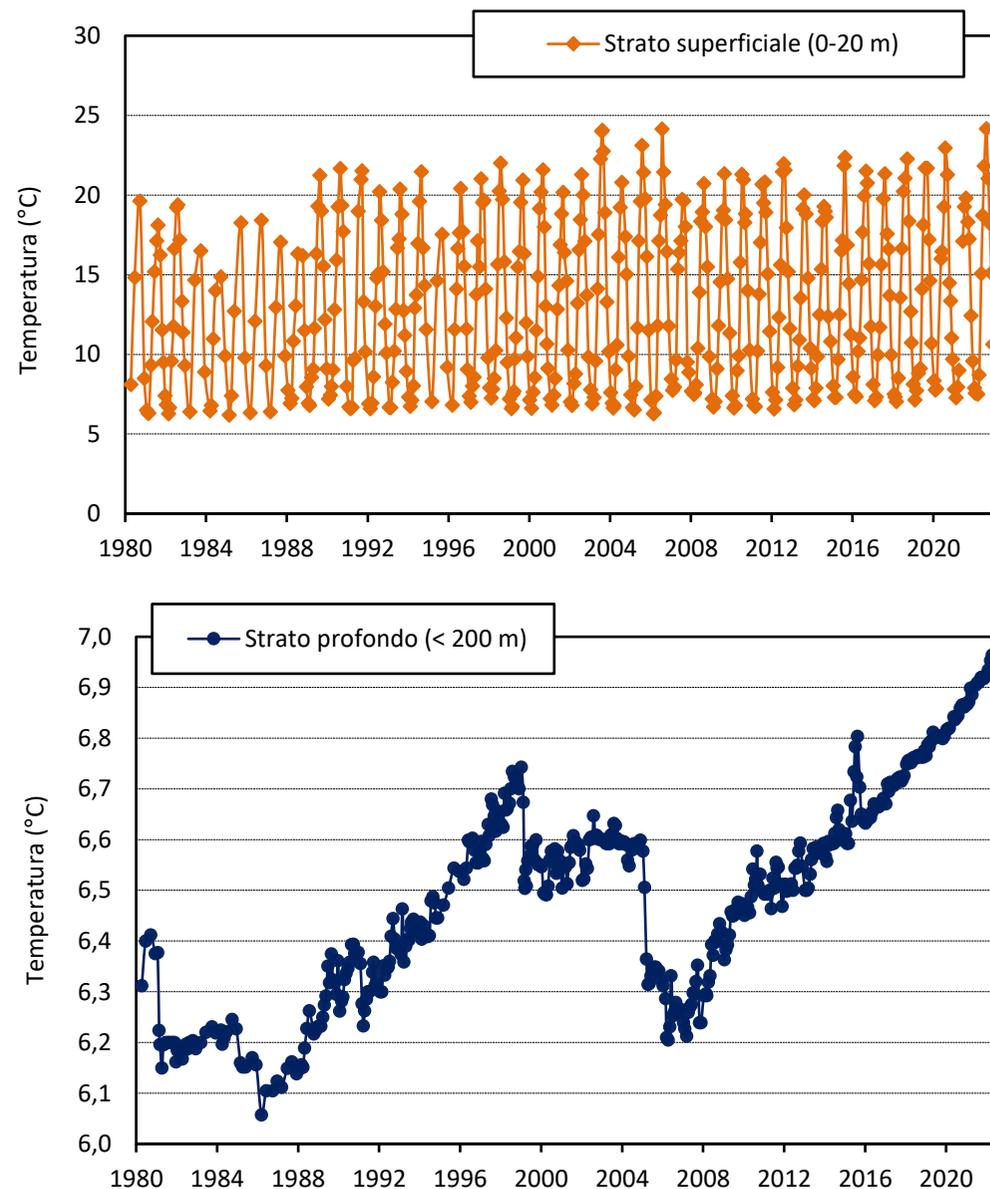
STATO E TENDENZA

Nel Lago Maggiore i risultati delle indagini pluridecennali (CIP AIS a partire dal 1979) hanno mostrato un incremento termico significativo dell'epilimnio e dell'ipolimnio con conseguenze ecologiche in gran parte ancora da valutare.

I grafici inerenti l'andamento storico delle temperature, qui a lato, mettono in evidenza un innalzamento graduale delle temperature medie sia nello strato superficiale sia in quello profondo. Il riscaldamento di epilimnio e ipolimnio sta avvenendo in maniera differenziale, con l'epilimnio che si riscalda più velocemente dell'ipolimnio, e questo provoca anche un aumento della stabilità lacustre e una maggiore resistenza al mescolamento tardo-invernale. In particolare, nello strato superficiale, negli ultimi decenni è stato osservato un aumento delle temperature di circa 0,31 °C/decade, con temperature estive che hanno raggiunto valori superiori ai 24 °C nelle estati 2003, 2006 e 2022. Nel 2022 in particolare sono stati raggiunti i 24,17 °C nel mese di agosto, massimo di tutta la serie storica, seguito dal 24,16 °C di agosto 2006 e dai 24,01 °C di agosto 2003. Le temperature dello strato profondo mostrano il tipico andamento a "dente di sega", con dei periodi che presentano un chiaro trend in aumento, seguiti da diminuzioni improvvise di temperatura, che si hanno in corrispondenza di eventi di mescolamento. E' interessante notare che, a partire dall'anno 2006, anno in cui si è avuta l'ultima omogeneizzazione tardo-invernale completa, la temperatura media dello strato profondo sta continuando ad aumentare. In tutto il 2022 le temperature sono state superiori a 6,9 °C, raggiungendo quasi i 7 °C e stabilendo un record per le temperature dello strato più profondo.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento della temperatura media delle acque dal 1980 al 2022 con riferimento allo strato superficiale e allo strato profondo (in basso)



L2 3 MASSIMA PROFONDITÀ DI MESCOLAMENTO

Profondità di rimescolamento delle acque lacustri

DESCRITTORI

Profondità di mescolamento
Spessore ipolimnio

OBIETTIVO

Valori di massima profondità di mescolamento inferiori a 100 m sono indice di una condizione potenzialmente critica; una condizione ottimale si ha dunque quando l'omogeneizzazione delle acque riguarda uno strato più profondo.

STATO E TENDENZA

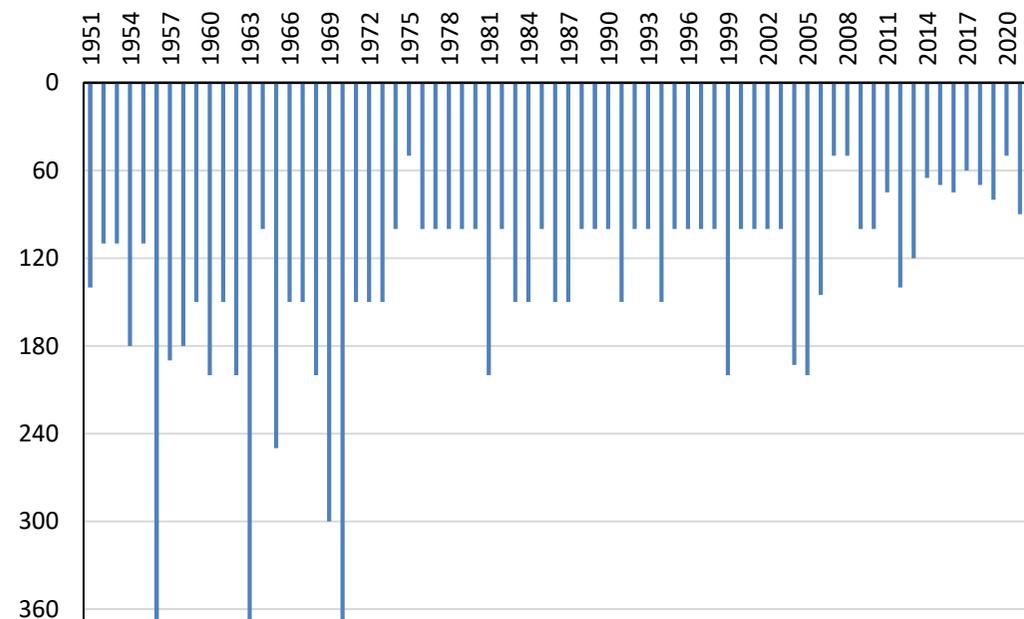
I programmi di ricerca attuati sul Lago Maggiore comprendono, fin dagli anni '50 del secolo scorso, il monitoraggio di questo parametro. È quindi possibile ricostruire l'andamento della massima profondità di mescolamento per moti convettivi sulla base della serie storica disponibile. Dal suo esame emerge come in passato l'omogeneizzazione delle acque lacustri sia risultata completa (per moti convettivi), cioè abbia raggiunto la massima profondità del lago (370 m), solamente in tre occasioni, sempre alla fine di inverni freddi e ventosi.

I valori di profondità di mescolamento per moti convettivi sono stati ricavati dall'analisi di parametri misurati in campo, in particolare temperatura delle acque lacustri, concentrazione di ossigeno disciolto e conducibilità, oltre che Lake Number e Numero di Wedderburn, che sono in grado di considerare l'influenza anche della velocità del vento. Le indagini svolte testimoniano come negli ultimi decenni il lago abbia risentito dell'evoluzione climatica globale tendente al riscaldamento, mostrando periodi di stratificazione più lunghi rispetto al passato e una profondità di mescolamento per moti convettivi a fine inverno sempre più ridotta. Sono ormai 9 anni consecutivi che la profondità di mescolamento non raggiunge i 100 m e nel 2022, in particolare, essa ha raggiunto al massimo i 70 m nel mese di febbraio.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Profondità di mescolamento per moti convettivi valutata a partire dal 1951

Profondità di mescolamento (m)



Valore di riferimento: massima profondità di mescolamento maggiore di 100 m



Stato attuale



Stato al 2010

0 m



100 m

L3 1 COLONIZZAZIONE DELLE SPONDE DA PARTE DEL CANNETO

Ultimo aggiornamento nel 2012

Evoluzione della colonizzazione spondale da parte del canneto

DESCRITTORI

*Colonizzazione delle sponde
Canneto*

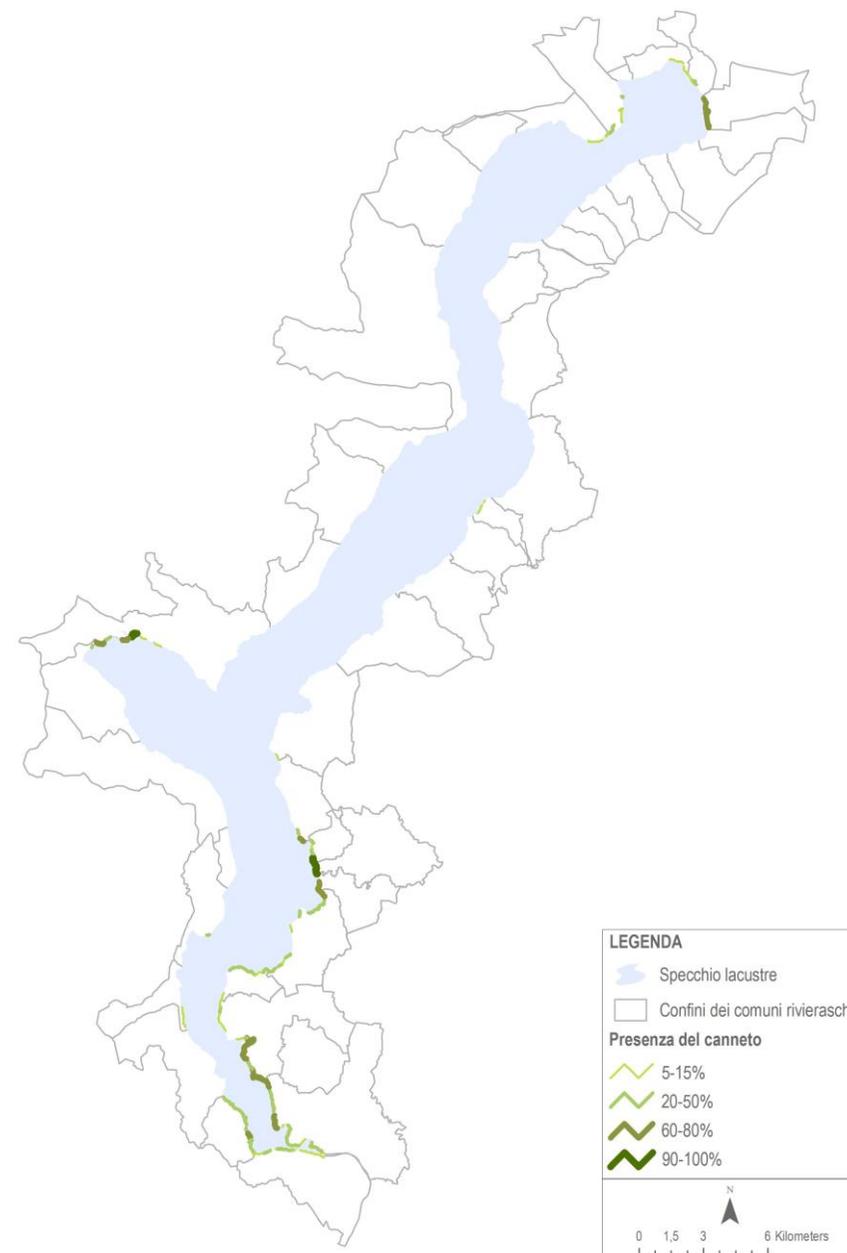
OBIETTIVO

L'evoluzione di questo indicatore, pur non essendo attualmente oggetto di determinati obiettivi nell'ambito della pianificazione del territorio, rappresenta un importante parametro di riferimento, in quanto lo stato ecologico influenza il mantenimento o il ripristino delle comunità vegetali, in particolare del canneto. L'obiettivo generale che la CIP AIS si propone consiste nel mantenimento dell'attuale stato di conservazione del canneto e, possibilmente, nell'incentivazione di interventi di riqualificazione e ampliamento delle fasce di canneto.

STATO E TENDENZA

Sulla base delle informazioni ricavate nell'ambito del programma di ricerche quinquennale 2008-2012 "Ecomorfologia rive delle acque comuni" della CIP AIS, inerenti la fascia perilacuale del Lago Maggiore e l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Perilacuale - IFP, si evidenzia la presenza lungo le sponde di **zone a canneto di pregio naturalistico e ambientale** che hanno valso l'inclusione nella rete ecologica europea Natura 2000, costituita da Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS). I tratti di maggiore estensione sono distribuiti alle foci dei principali affluenti del bacino, Toce, Ticino immissario e Maggia, e alla sezione di chiusura del lago nei pressi dell'uscita del Ticino tra Sesto Calende e Castelletto Ticino. In particolare, tali tratti riguardano: nella sponda piemontese, la fascia di Dormelletto (NO) dove è presente il SIC-ZPS "Canneti di Dormelletto" (IT1150004), e la zona di Fondotoce (VCO) caratterizzata dalla presenza del SIC-ZPS "Fondotoce" (IT1140001) che costituisce anche la Riserva Naturale omonima; nella sponda lombarda, le fasce tra Angera e Sesto Calende, ricadenti nella ZPS "Boschi del Ticino" (IT2080301) coincidente con i confini del Parco Lombardo della Valle del Ticino e nel SIC "Palude Bruschera" (IT2010015), e i tratti tra Monvalle e Ispra (VA) in parte ricadenti all'interno della ZPS "Canneti del Lago Maggiore" (IT2010502); nella porzione svizzera, la zona della confluenza del Ticino immissario che rappresenta la Riserva Naturale delle Bolle di Magadino, zona umida di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar, e la zona della foce del Maggia, che costituisce una Riserva Naturale.

Si evidenzia come le porzioni caratterizzate dalla maggiore estensione del canneto costituiscano anche i tratti di riva lacustre che presentano un giudizio di funzionalità (secondo l'applicazione dell'indice IFP che esprime il grado di integrità e conservazione complessivo delle rive lacustri) "elevato". Dai dati ricavati dall'applicazione dell'IFP risulta un'estensione complessiva delle fasce di canneto di circa 13 km, corrispondenti al 7% dell'intero perimetro lacustre.



L3 2 ABBONDANZA RELATIVA DELLE PRINCIPALI MACROFITE

Ultimo aggiornamento nel 2012

DESCRITTORI

Macrofite

OBIETTIVO

Migliorare o mantenere la qualità ecologica delle acque lacustri comuni in modo da favorire la biodiversità delle specie autoctone vegetali (obiettivo CIP AIS).

STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma CIP AIS "Ecomorfologia delle acque comuni" sul Lago Maggiore sono state condotte specifiche indagini inerenti il popolamento di macrofite e macroinvertebrati bentonici. Le **macrofite acquatiche** nei contesti lacustri sono rappresentate da muschi, epatiche, pteridofite, angiosperme erbacee ed alghe macroscopiche appartenenti al gruppo delle Characee. Esse sono considerate ottimi indicatori di qualità ambientale, in quanto rispondono in maniera specie-specifica alle condizioni ambientali, quali la presenza di inquinanti organici e inorganici, la trasparenza delle acque, la struttura macroscopica del fondale.

La metodologia d'indagine applicata è basata su quanto descritto in "Protocolli di campionamento - Metodi biologici per le acque - Parte I" (APAT, 2007 e successive revisioni). I rilievi in campo sono stati condotti lungo tutto il perimetro del lago, comprese le isole, e hanno evidenziato un buon sviluppo della copertura macrofittica con **87 aree prive di vegetazione** corrispondenti a 55 km di estensione e **199 transetti vegetati** pari a 120 km.

Le rive con vegetazione presentano coperture differenti: circa la metà della linea di costa vegetata è caratterizzata da una buona copertura macrofittica, mentre il 29,2% dei tratti di sponda, corrispondenti a circa 35 km totali, presentano coperture assai ridotte.

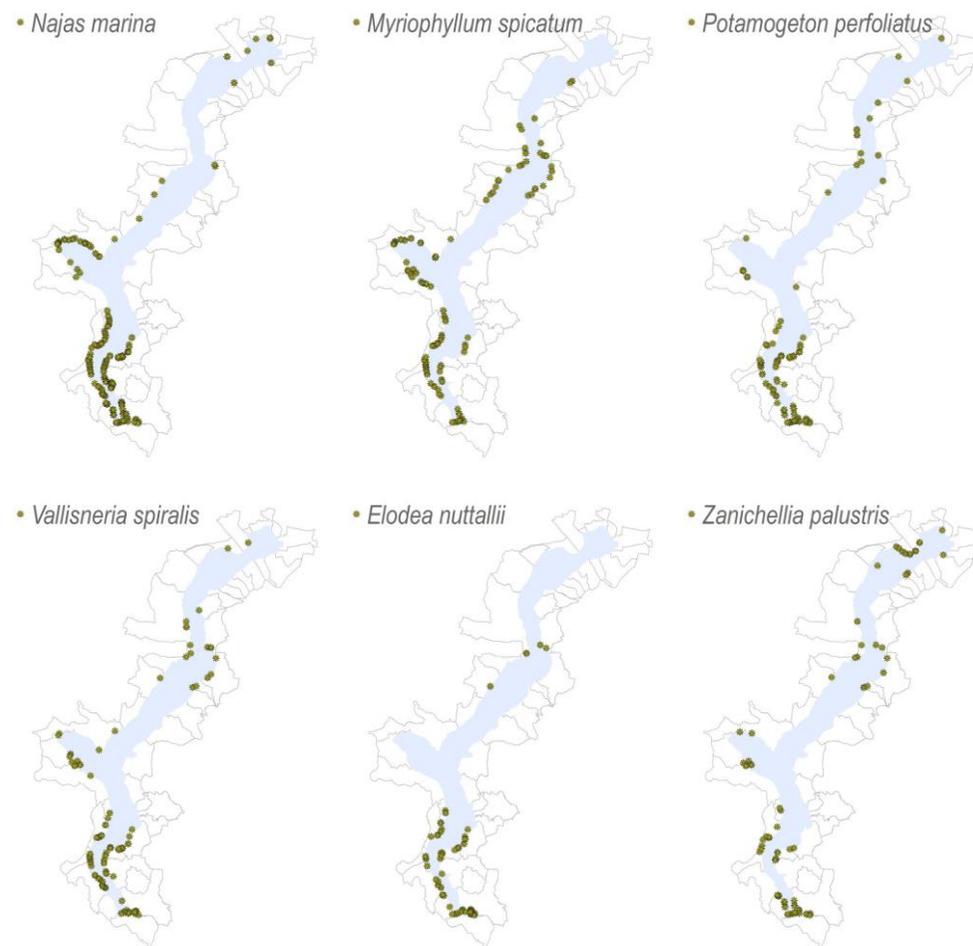
Le specie macrofittiche osservate nel bacino del Maggiore sono complessivamente 20, 17 fanerogame e 3 caroficee. Le più comuni sono rappresentate da ***Najas marina*** L., ***Myriophyllum spicatum*** L., ***Potamogeton perfoliatus*** L., ***Vallisneria spiralis*** L., ***Elodea nuttallii*** (Planch.) H. St. John, ***Zanichellia palustris*** L.

Specie presenti con popolazioni relativamente ampie sebbene localizzate sono *Lagarosiphon major* (Planch.) H. St. John, *Ceratophyllum demersum* L., *Chara globularis*, *Potamogeton pusillus* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Litorella uniflora* L., *Najas minor* All. e *Potamogeton trichoides* Cham et Sch. Infine, le specie che costituiscono rare e piccole popolazioni sono *Potamogeton crispus* L., *Elatine hydropiper* L., *Potamogeton lucens* L., *Trapa natans* L. e 3 Characeae.

Le macrofite si distribuiscono generalmente seguendo il gradiente batimetrico con un andamento di tipo gaussiano, la copertura del primo metro di profondità non è elevata ma aumenta intorno ai 2, 3 e 4 metri per poi iniziare a decrescere con la diminuzione dell'irraggiamento solare.

Ricchezza in specie delle comunità vegetali in rapporto ai tratti costieri lacustri

Distribuzione delle sei specie macrofittiche più comuni



L3 2 ABBONDANZA RELATIVA DELLE PRINCIPALI MACROFITE

Ultimo aggiornamento nel 2018

DESCRITTORI

Macrofite

OBIETTIVO

Migliorare o mantenere la qualità ecologica delle acque lacustri comuni in modo da favorire la biodiversità delle specie autoctone vegetali (obiettivo CIP AIS).

STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma delle ricerche CIP AIS per il triennio 2016-2018 è stato condotto uno studio sulle Specie Invasive Alloctone del bacino del Lago Maggiore (Progetto SPAM) inerente il popolamento di macrofite, bivalvi e macrocrostacei. Lo studio sulle **macrofite acquatiche** costituisce un approfondimento delle conoscenze sulle specie alloctone invasive e sulla loro distribuzione nel Lago Maggiore, valutando in particolare le variazioni degli areali rispetto ai dati storici conosciuti con riferimento soprattutto ai dati raccolti nel biennio 2011-2012 dal precedente progetto ECORIVE. Sono state censite, infatti, 44 specie (39 piante superiori e 5 macroalghe), su una potenzialità stimata, in base ai censimenti storici reperiti in bibliografia, dal 1878 ad oggi, di 103 specie (94 piante vascolari e 9 piante inferiori). Tuttavia, considerando solo le macrofite più strettamente acquatiche rinvenute nella fascia litoranea, il Lago Maggiore risulta il primo lago in Lombardia e tra i primi d'Italia per numero di specie presenti. Nonostante ciò, sono solo 7 le specie che si rinvencono con più frequenza e abbondanza nel lago (esempio: *Potamogeton perfoliatus*, *Najas major*, *Potamogeton pusillus* e *Vallisneria spiralis*), mentre le altre sono poco comuni o rare, localizzate perlopiù in stazioni puntiformi e/o isolate e a rischio di estinzione. Ciò è dovuto soprattutto alla presenza delle **specie esotiche invasive**, che pur rappresentando solo il 10% delle specie presenti nel lago, sono capaci in breve tempo di ricoprire estese superfici sostituendosi alle specie native meno efficienti e rapide nell'acquisizione delle risorse (luce e nutrienti), nella crescita, nella riproduzione e nella colonizzazione di nuove aree. Nella loro strategia competitiva, inoltre, le specie esotiche modificano l'ambiente colonizzato a loro vantaggio, rendendolo inospitale ad eventuali altri competitori. Il Lago Maggiore, tuttavia, racchiude ancora notevoli valenze naturalistico-ambientali meritevoli di conservazione e salvaguardia, come la presenza di 28 specie di pregio (specie protette o inserite nelle liste rosse delle specie a rischi di estinzione), quali ad esempio *Ceratophyllum demersum*, *Eleocharis acicularis*, *Gratiola officinalis*, *Hippuris vulgaris*, *Limniris pseudacorus*, *Littorella uniflora*, *Potamogeton nodosus*, *Ranunculus reptans*, *Ranunculus trichophyllus*, *Trapa natans* e *Zannichellia palustris*, e di 3 Habitat di interesse comunitario. Nel lago sono state rinvenute **4 specie esotiche**: *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Lagarosiphon major*, ed *Egeria densa*, di cui solo le prime tre sono considerate **invasive**, come confermato dal confronto dei dati e delle carte di distribuzione attuali delle esotiche con quelli riferiti al progetto ECORIVE, dove si è osservato come queste specie si siano diffuse lungo la linea di costa, più del doppio della distribuzione che avevano nel 2012. Negli ultimi 5 anni, si è passati da 34 km a 87,4 km di linea di costa occupati da queste specie su un totale di 120 Km di costa. *E. densa* ha subito una forte regressione dell'areale, essendo stata ritrovata in una sola stazione.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Ricchezza in specie delle comunità vegetali in rapporto ai tratti costieri lacustri

Distribuzione delle specie esotiche invasive di macrofite: a sinistra nel biennio 2011-2012 (ECORIVE), a destra nel 2017 (SPAM)

Distribuzione di *Lagarosiphon major*



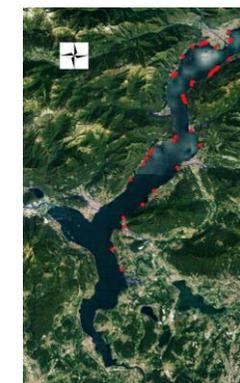
Lagarosiphon major

Distribuzione di *Elodea nuttallii*



Elodea nuttallii

Distribuzione di *Elodea canadensis*



Elodea canadensis

L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale

DESCRITTORI

Stato della Naturalità delle rive
Indice di Funzionalità Perilacuale
Indice Lake Habitat Survey
Accessibilità e Fruibilità della Riva

OBIETTIVO

L'osservazione dei caratteri morfologici attuali delle rive permette di effettuare scelte strategiche e pianificatorie che dovrebbero mirare da un lato all'incremento della fruibilità delle sponde e dall'altro alla tutela delle aree di pregio naturalistico, al ripristino e alla rinaturalizzazione dei tratti di sponda lacustre artificiali. I cambiamenti riscontrati nel tempo forniscono le informazioni circa la buona riuscita delle azioni implementate.

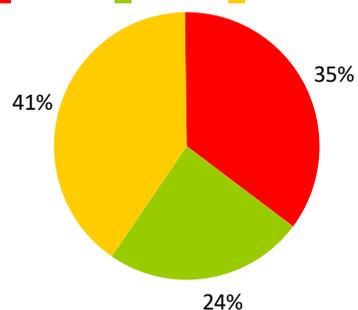
STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma 2008-2012 CIP AIS, sono stati condotti per il Lago Maggiore studi inerenti la funzionalità della fascia perilacuale e la fruibilità delle rive.

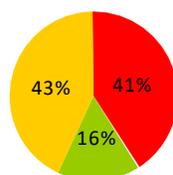
Sulla base delle indagini condotte è possibile rappresentare il diverso grado di naturalità delle rive: emerge che le sponde a carattere pienamente naturale risultano pari al 24% dell'intero perimetro lacustre, per un'estensione complessiva di circa 42 chilometri, mentre le sponde che risultano totalmente artificializzate costituiscono il 35% del perimetro lacustre pari a circa 63 chilometri.

Con riferimento alle tre unità territoriali, emerge come la Lombardia sia caratterizzata dalla percentuale maggiore di sponde a carattere naturale (36% corrispondente ad una lunghezza complessiva di 24,5 chilometri).

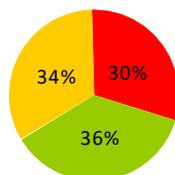
Stato di naturalità delle rive
■ Artificiale ■ Naturale ■ Semi-naturale



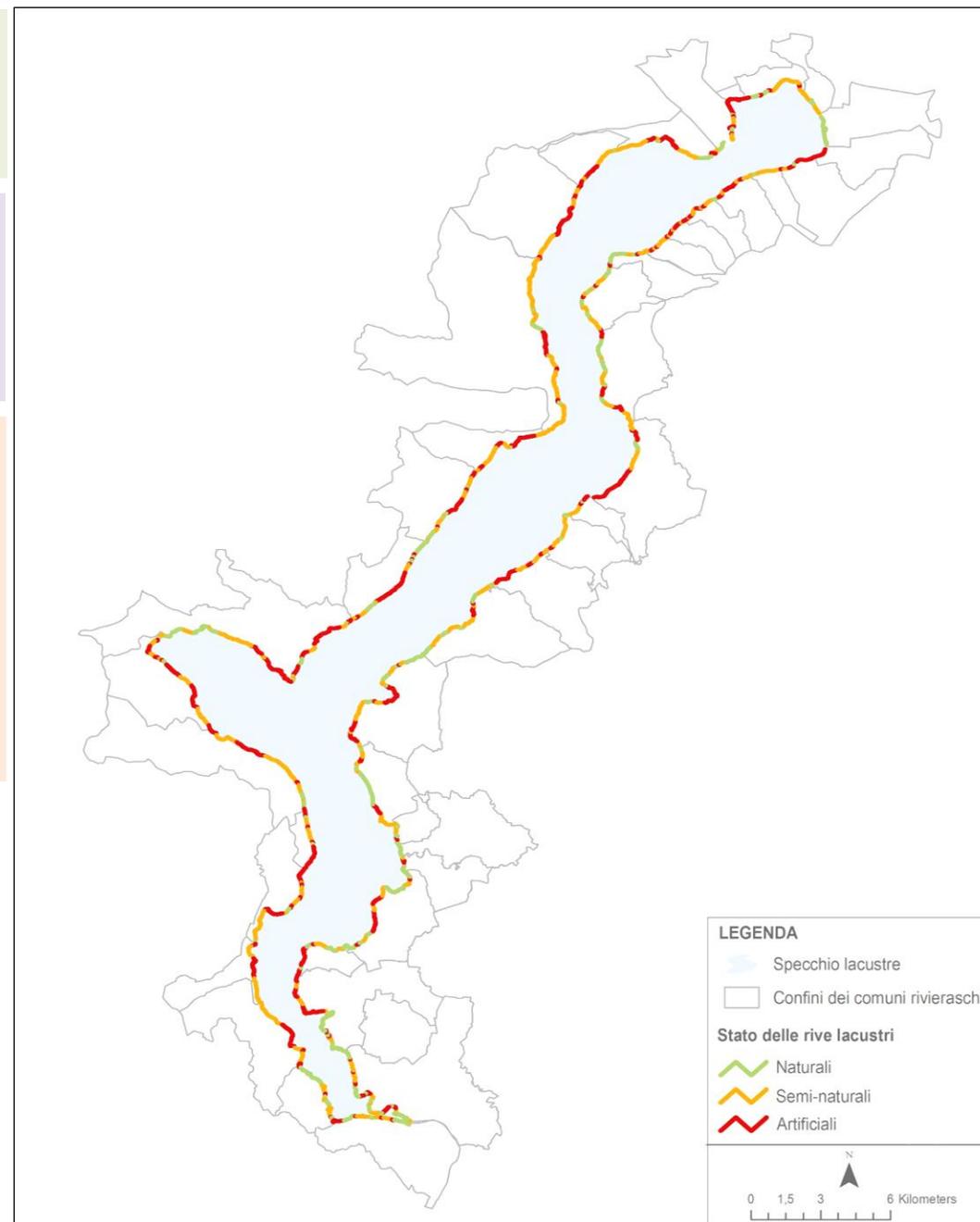
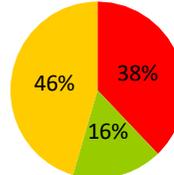
Svizzera



Lombardia



Piemonte



L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

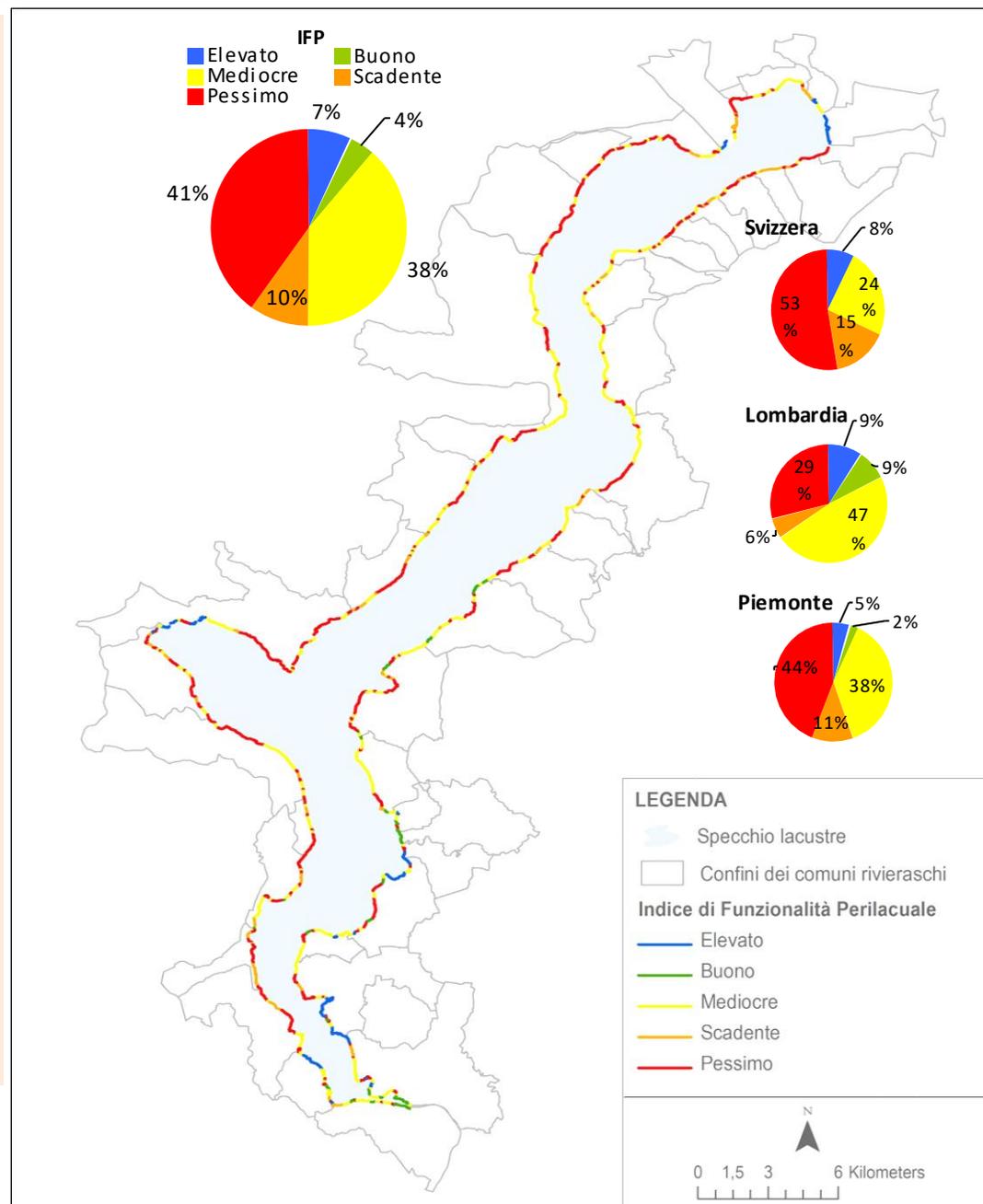
Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale

La valutazione della funzionalità ha previsto l'applicazione dell'**Indice di Funzionalità Perilacuale**, sviluppato da un gruppo di lavoro istituito da APAT (Siligardi M. *et al.*, 2009), e del *Lake Habitat Survey* (Scotland et Northern Ireland Forum For Environmental Research). L'applicazione dell'IFP ha restituito un'immagine del bacino mediamente scadente a livello ecologico-funzionale, più del 50% della sponda del Maggiore presenta un giudizio tra lo scadente e il pessimo, solo all'11% della riva è attribuito un giudizio buono o elevato. Le sezioni valutate positivamente si trovano nelle aree che presentano morfologia della sponda pianeggiante e sabbiosa, ossia all'uscita del Ticino a sud, nel golfo di Ispra e Besozzo, alla foce del Toce, del Ticino e del Maggia, aree queste che presentano una tipologia di riva completamente naturale e intatta.

L'applicazione del *Lake Habitat Survey* - LHS porta alla definizione di due indici il *Lake Habitat Modification Score* - LHMS e il *Lake Habitat Quality Assessment* - LHQA che rappresentano rispettivamente un'indicazione di alterazione morfologica e un indice di qualità idromorfologica dell'ambiente indagato, attraverso i quali è possibile effettuare la classificazione morfologica.

Il valore del LHMS può variare tra 0, indice di una condizione inalterata, e 42, per un lago completamente antropizzato. Per il Verbano il LHMS è risultato pari a 32, testimoniando uno **scostamento significativo dalla condizione originaria**; l'uso intensivo della zona di riva e le attività antropiche strettamente legate all'ambiente acquatico e su di esso direttamente impattanti sono le principali criticità che portano a una situazione di forte disturbo delle caratteristiche ecologico-morfologiche naturali del lago. Il valore del LHMS ottenuto è molto al di sotto del limite normativo previsto per la classe "buono" (compreso tra 2 e 4), indicato per la valutazione delle condizioni morfologiche di un corpo idrico lacustre.

Il valore del LHQA è risultato pari a 80 su un punteggio massimo di 104, valori alti dell'indice si riferiscono ad una qualità idromorfologica elevata e più nello specifico una buona qualità degli habitat naturali lacustri presenti in maniera ampia e diversificata nelle tre zone studiate dal metodo: ripariale, di sponda e litorale. Complessivamente **la valutazione sulla naturalità, diversità e complessità del sistema lacustre risulta essere piuttosto elevata**, ciò in relazione alla presenza di una componente litorale che si mantiene in buone condizioni, probabilmente per il fatto che un ambiente vasto come il Verbano ha la capacità di assorbire e mitigare gli impatti derivanti dalle pressioni esistenti solo all'interno della cuvetta lacustre, risentendone invece in maniera più critica nelle fasce costiera e ripariale.



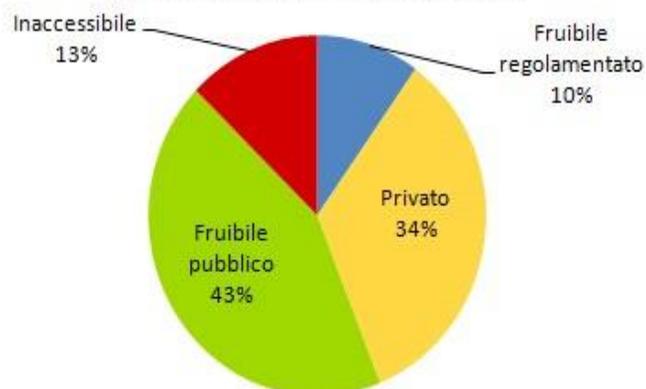
L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

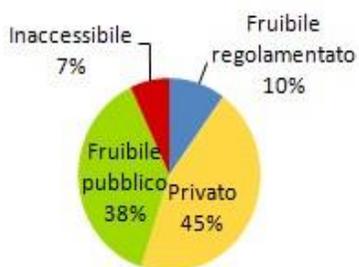
Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale

Per quanto riguarda l'accessibilità e la fruibilità delle sponde, l'accessibilità pubblica è garantita per il 43% delle rive (per un'estensione complessiva di circa 77 chilometri), a cui si può sommare un 10% di sponde che, pur essendo private, risultano comunque fruibili da parte del pubblico (circa 17 chilometri), mentre il 4% delle sponde lacustri, corrispondente ad un'estensione di circa 7 chilometri, risulta inaccessibile in quanto ricadente all'interno di aree protette.

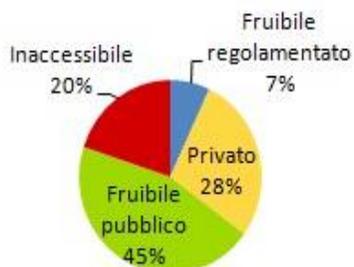
Accessibilità e fruibilità della riva



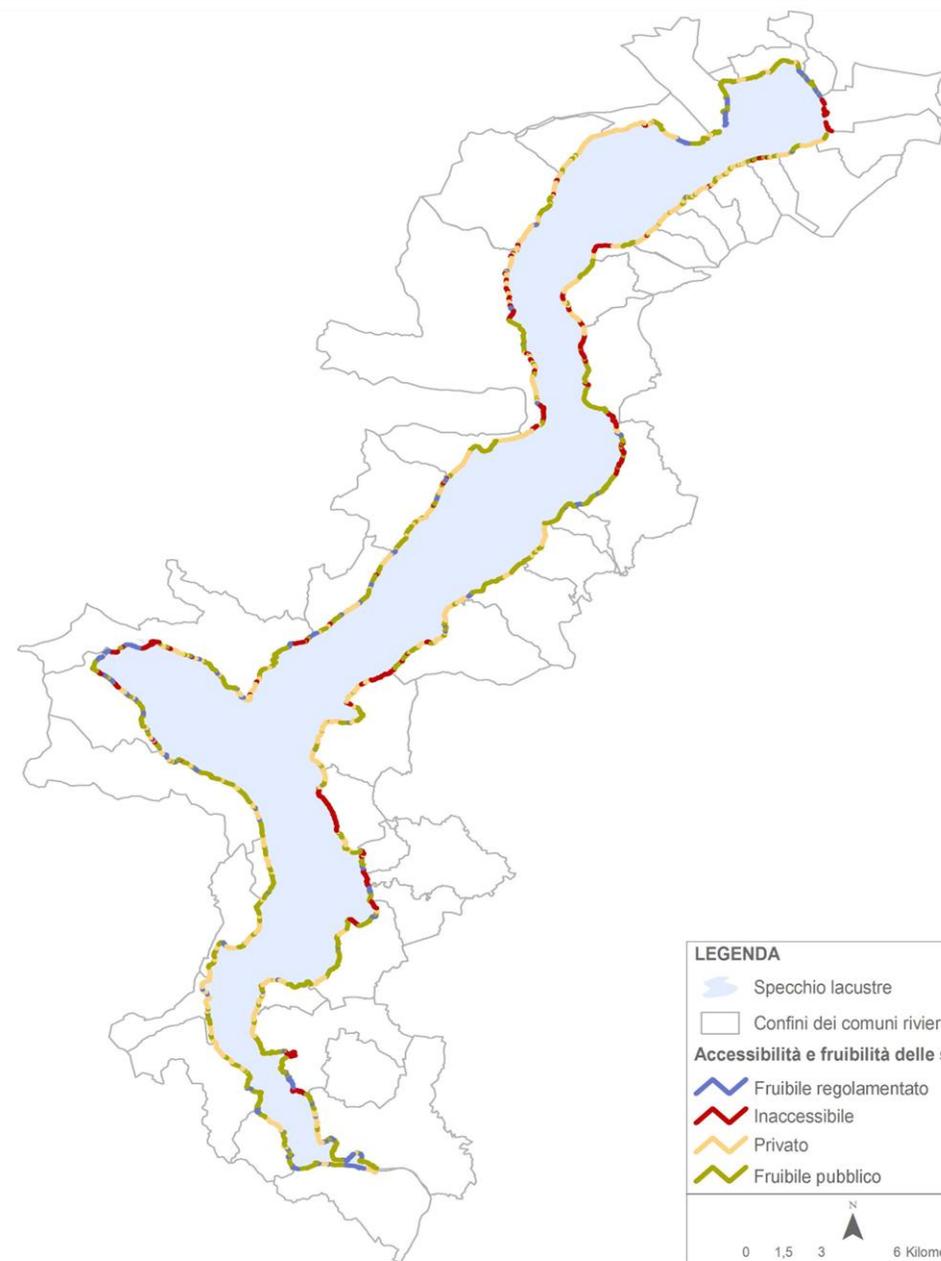
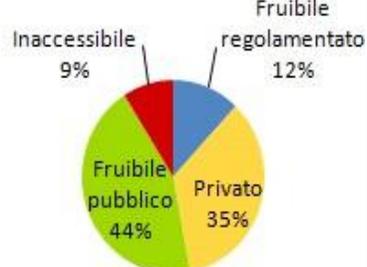
Svizzera



Lombardia



Piemonte



LEGENDA

- Specchio lacustre
- Confini dei comuni rivieraschi
- Accessibilità e fruibilità delle sponde**
- Fruibile regolamentato
- Inaccessibile
- Privato
- Fruibile pubblico

0 1,5 3 6 Kilometers



L3 4 TRASPARENZA

La trasparenza è indice della quantità di microalghe presenti nello strato illuminato

DESCRIPTORI

Trasparenza delle acque

OBIETTIVO

Valori medi annui di trasparenza inferiori a 5 m (obiettivo definito dalla CIP AIS) sono da ritenersi indice di un peggioramento dello stato trofico in conseguenza di una maggiore produttività algale.

STATO E TENDENZA

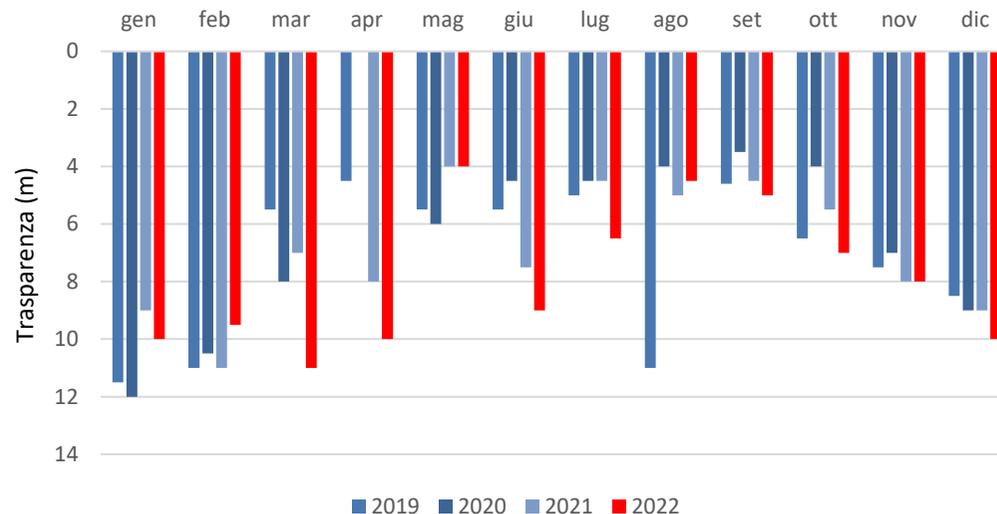
L'andamento annuale della trasparenza delle acque del Lago Maggiore è valutato tramite misura della profondità di scomparsa del disco di Secchi, eseguita con cadenza mensile.

Le variazioni stagionali nel 2022 rispecchiano l'andamento della produzione algale, con i valori massimi nella stagione invernale e primaverile e i minimi nel periodo estivo. Il valore minimo (4,0 m) è stato rilevato a maggio, in corrispondenza di una fioritura di diatomee, e il massimo a marzo (11 m). Rispetto agli anni precedenti, nel 2022 si sono osservati valori di trasparenza più elevati nei mesi primaverili (marzo e aprile) e a giugno e luglio (9 m e 6,5 m). Valori inferiori o pari a 5,0 m sono stati rilevati, oltre che a maggio, ad agosto e settembre. Rispetto ai valori dell'ultimo triennio, il dato medio del 2022 è stato più elevato (7,9 rispetto a 6,9-7,2 m). La serie storica dei dati (1981-2022) ed i valori medi annui (in rosso), ottenuti dai 12 valori mensili, non mostrano comunque tendenze particolari e risultano compresi tra 6 e 8 m.



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Trasparenza delle acque, misurata mediante il Disco di Secchi: valore medio mensile nell'anno 2022 raffrontato al valore medio mensile riferito alla serie storica (in alto) e andamento delle medie mensili dal 1981 al 2022 (in basso)



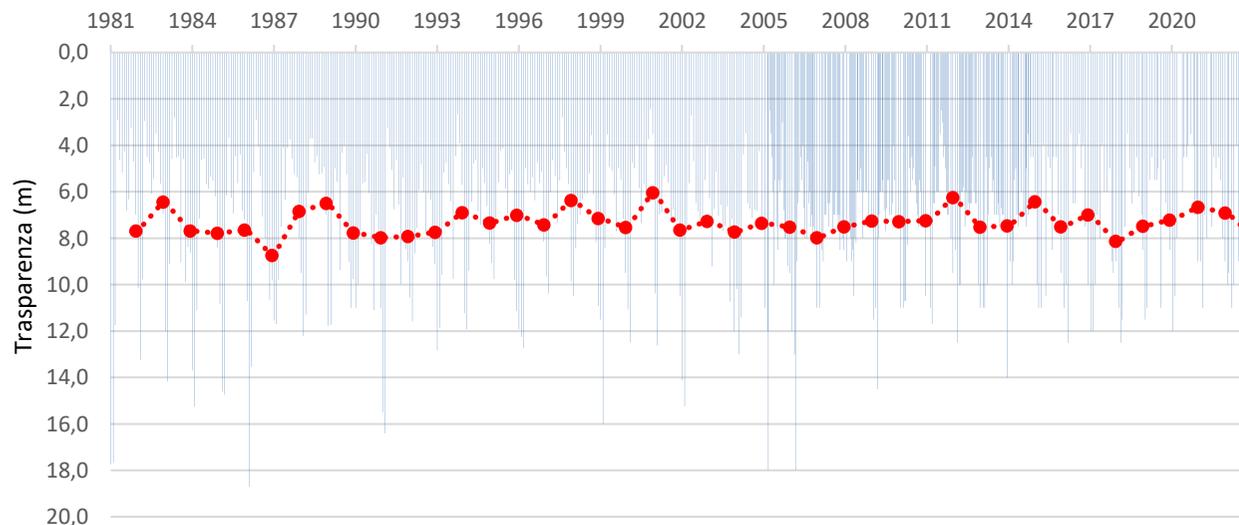
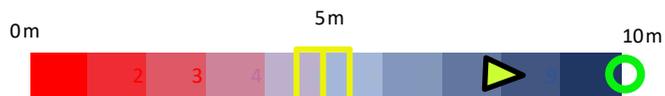
Obiettivo: valore medio annuo di trasparenza maggiore di 5 m



Stato attuale



Stato al 2010



L3 5 CLOROFILLA *a*

Concentrazione di clorofilla *a* nelle acque lacustri

DESCRITTORI

Concentrazione di Clorofilla *a*

OBIETTIVO

La CIP AIS ha definito quale obiettivo da perseguire il mantenimento di una concentrazione media annua di clorofilla *a* entro un intervallo di valori compresi tra 2,5 e 4 µg/L, considerato ottimale per il Lago Maggiore.

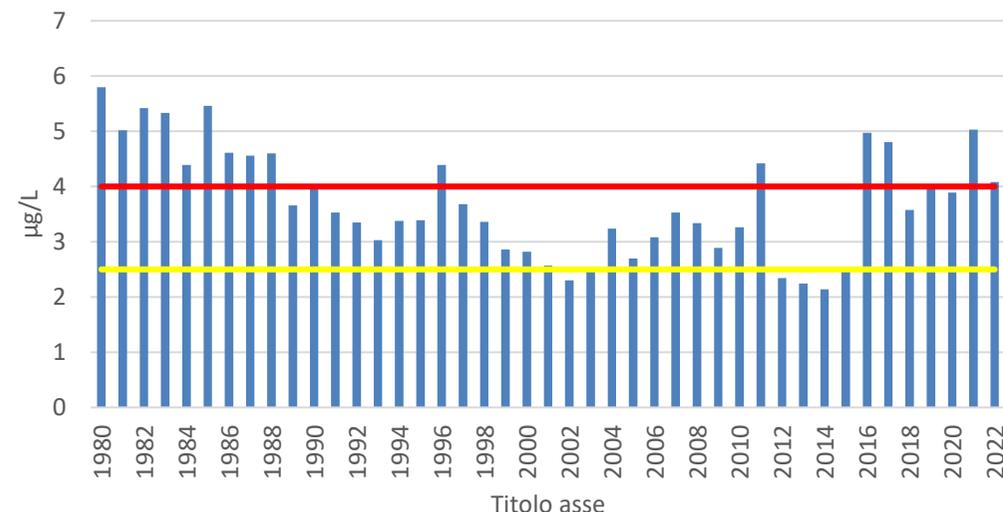
STATO E TENDENZA

Nel 2022, la concentrazione media di clorofilla *a* è stata pari a 4,1 µg/L, diminuendo di 1 µg/L rispetto all'anno precedente. Le medie mensili della concentrazione della clorofilla *a*, descrittore sintetico dell'evoluzione stagionale del fitoplancton, mostrano nel 2022 un massimo primaverile (9,8 µg/L maggio) in concomitanza con la fioritura di diatomee pennate ed uno minore in agosto (5,8 µg/L) mentre il minimo valore mensile annuo è stato registrato in giugno (2,2 µg/L). Valori inferiori a 1 µg/L non sono mai stati registrati durante l'anno in corso. Si sottolinea come le fluttuazioni interannuali di questo parametro, osservate nel periodo più recente dell'evoluzione del Lago Maggiore, siano da mettere in relazione soprattutto alla variabilità meteo-climatica. Nel complesso gli andamenti delle medie annue di biovolume e clorofilla *a* sono in media rispetto alla serie storica recente del lago e allo stesso tempo evidenziano come la dinamica del fitoplancton nel Lago Maggiore sia strettamente dipendente dalle vicende meteo-climatiche.

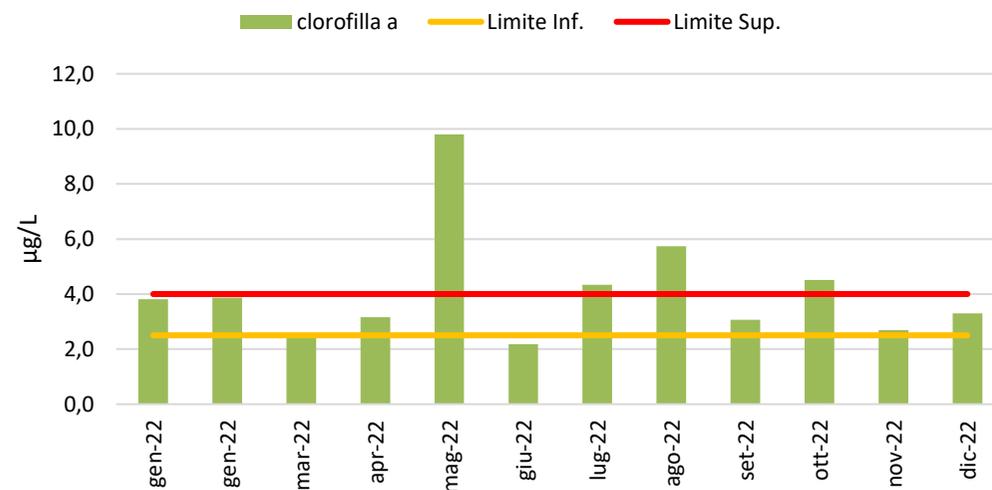
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione di clorofilla *a*: serie storica del valore medio annuo (in alto) e valori medio mensili per l'anno 2022 (in basso)

Concentrazione media annua di clorofilla *a*



Valore medio mensile di clorofilla *a* nel 2022



Obiettivo: range di valori compresi tra 2,5 e 4 µg/L



Stato attuale



Stato al 2010





L3 6 FITOPLANCTON

Specie fitoplanctoniche censite durante l'anno

DESCRITTORI

Biovolume totale fitoplanctonico

Determinazione e conteggio del fitoplancton

OBIETTIVO

Per il D.M. 8 novembre 2010, n. 260 ad un range di concentrazione 0,4-1,0 mm³/L del valore di biovolume medio annuo corrisponde l'intervallo di classe dello Stato Buono.

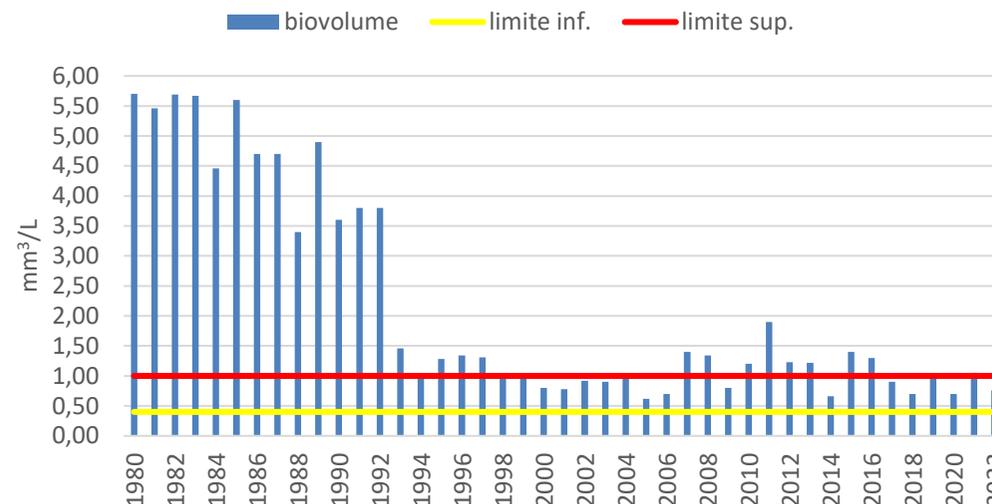
STATO E TENDENZA

Il biovolume totale del fitoplancton rappresenta uno dei parametri previsti dalla Direttiva Europea 2000/60 per la valutazione di qualità ecologica dei corpi idrici. È una stima diretta della biomassa di fitoplancton presente e, come tale, correlabile alla disponibilità di nutrienti e quindi allo stato trofico. Nel 2022, la tendenza a lungo termine del biovolume ricalca in larga parte quella della clorofilla *a*. Le variazioni stagionali del biovolume sono principalmente legate alla successione stagionale delle diatomee, con un primo picco primaverile dovuto soprattutto a *Fragilaria crotonensis* e un secondo estivo meno accentuato. La diatomea centrica *Urosolenia eriensis* contribuisce nei mesi di gennaio e febbraio con 175,57 e 168,07 mm³/L. I valori massimi si sono registrati a maggio (3,2 mm³/L) e luglio (1,1 mm³/L) mentre il minimo è a giugno (2,2 mm³/L). Il valore medio annuo del biovolume nell'anno 2022 di 0,76 mm³/L è diminuito rispetto all'anno precedente ma in linea con i valori degli ultimi anni. Come per il 2021 non si assiste alla predominanza costante di *Fragilaria crotonensis* per l'intero anno. Anche per il 2022 è da rilevare l'assenza di *Tabellaria flocculosa*, ormai pressoché scomparsa unitamente alla mancata presenza del genere Aulacoseira. Le dinoficee sono tra le specie significative nel mese di luglio rappresentate da *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium helveticum* e *Gymnodinium uberrimum* specie in grado di accumulare i nutrienti, che ormai scarseggiano nella zona eufotica. Le criptoficee danno un contributo modesto ma costante, con *Plagioselmis nannoplanctica*, *Katablepharis ovalis* e il genere *Cryptomonas* queste ultime con un contributo nei mesi di aprile e settembre. Le criptoficee danno contributo per l'intera classe con un apporto medio annuo di 70,54 mm³/L, valore inferiore rispetto all'anno precedente. Per quanto riguarda l'importanza delle cloroficee, la loro presenza risulta modesta, nonostante la biodiversità elevata: tutte le specie rinvenute sono presenti con biovolumi trascurabili per un totale medio annuo di 16,8 mm³/L.: in pratica, tra le 39 specie rinvenute solo *Dyctiosphaerium pulchellum* ed *Eudorina elegans* contribuiscono significativamente alla biomassa. Tra le crisoficee la presenza più significativa è quella di *Chrysochromulina parva* soprattutto nei mesi di luglio e dicembre, mentre *Dynobron* spp. è presente in ottobre.

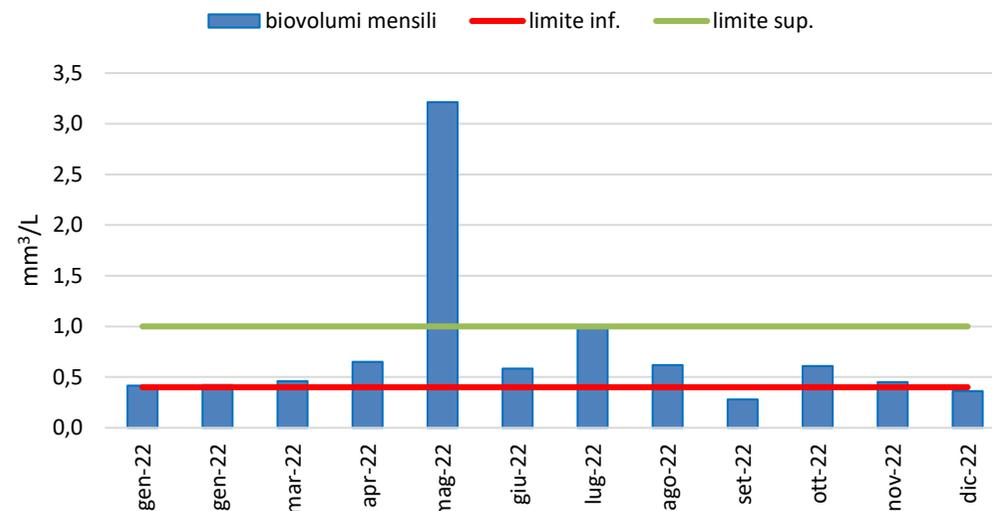
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Serie storica del valore medio annuo (in alto) del biovolume e valori medio mensili per l'anno 2022 (in basso)

Biovolume medio annuo



Biovolume medio mensile nel 2022



Obiettivo: Biovolume Medio annuo nel range di concentrazione 0,4-1,0 mm³/L per lo Stato Buono.

Stato attuale

Stato al 2010

0,25 mm³/L 0,4-1 mm³/L 2,4 mm³/L

L3 6 FITOPLANCTON

Focus PERCENTUALE DI CIANOBATTERI

DESCRITTORI

Determinazione e conteggio del fitoplancton (cianobatteri)

OBIETTIVO

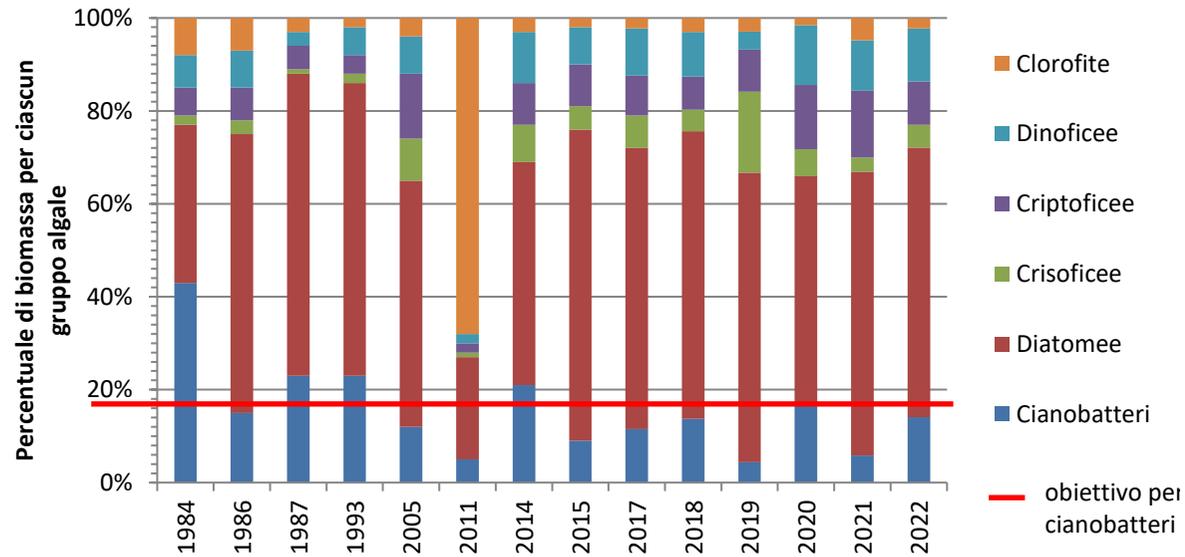
Secondo il D.M 260/2010, lo stato ecologico "Buono" corrisponde ad un biovolume medio annuo di cianobatteri inferiore al 28% del biovolume medio annuo dell'intera comunità fitoplanctonica. Questo limite, specifico per gli invasi dell'ecoregione mediterranea, può però essere assunto indicativamente come un indice di buona qualità ecologica anche per il Lago Maggiore.

STATO E TENDENZA

Nel 2022 la crescita massima dei cianobatteri è avvenuta nei mesi di maggio e agosto con una percentuale di cianobatteri nel 2021 pari mediamente al 14%, aumentata rispetto al 2021. Da sottolineare il contributo dei cianobatteri al biovolume totale della comunità fitoplanctonica nel mese di settembre, che ha raggiunto circa il 35%. Anche per il 2022 si riconferma il contributo significativo delle oscillatoriali del gruppo *Planktothrix rubescens/agardhii*, da anni elemento tipico della flora algale pelagica del Lago Maggiore con un contributo medio annuo di 261 7 mm³/ m³. Sempre tra le oscillatoriali, *Tychonema bourellyi* è risultata tra le specie significative nei mesi di aprile e maggio. Il genere *Aphanizomenon* indicatore di aumento di trofia delle acque non è stato mai presente come specie significativa nel 2022 contrariamente agli anni scorsi. La crescita dei cianobatteri di piccole dimensioni nel 2022 si è concentrata prevalentemente nel periodo tardo estivo con la massima presenza nei mesi di agosto e settembre con i generi *Aphanothece*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus* e la specie *Snowella lacustris*. Il genere *Microcystis* con le specie *Microcystis aeruginosa* e *Microcystis flosaquae* è risultato tra le specie significative nel mese di settembre con biomasse modeste. La presenza nel 2022 dei cianobatteri di piccole dimensioni potrebbe essere legata alla crescente stabilità della colonna d'acqua unitamente alle temperature attribuibile al riscaldamento climatico e confermata dai dati a lungo termine. In conclusione, le osservazioni compiute nell'anno 2022, in generale, evidenziano, una volta di più, come la dinamica del fitoplancton nel Lago Maggiore sia strettamente dipendente dalle vicende meteorologiche, molto probabilmente responsabili della variabilità interannuale osservata a carico di alcune componenti della biocenosi algale. Queste osservazioni devono indurre a mantenere alta la soglia di attenzione sui cambiamenti recenti in corso nel Lago Maggiore. L'importanza degli studi a lungo termine è confermata dall'analisi dei dati del 2022, che ha presentato alcune particolarità rispetto sia al 2021 che agli anni immediatamente precedenti dimostrando la rilevanza di disporre di una lunga serie storica di dati per interpretare i cambiamenti in corso.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Percentuale di biomassa di ciascun gruppo tassonomico dal 1984 al 2022



L3 7 BIOMASSA DELLE POPOLAZIONI ZOOPLANCTONICHE

DESCRITTORI

Rotiferi, Copepodi, Cladoceri

OBIETTIVO

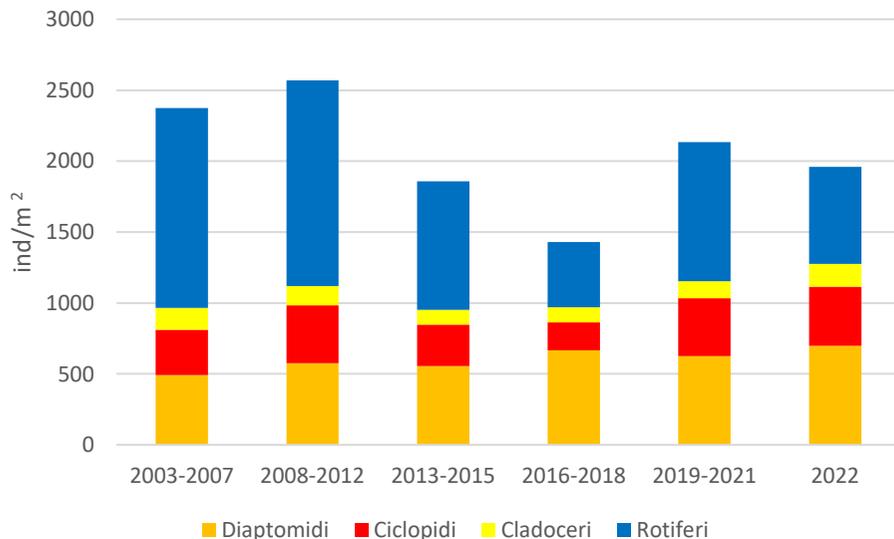
Un valore medio annuo di biomassa di rotiferi superiore al 20% del popolamento zooplanctonico totale corrisponde al valore soglia al di sopra del quale si riscontrano alterate condizioni ambientali.

STATO E TENDENZA

Nel 2022 i valori medi annui delle componenti zooplanctoniche a crostacei sono risultati del tutto simili a quelli osservati nel triennio 2019-2020, solo per i rotiferi è stato osservato un decremento medio annuo pari circa al 30% .

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Fig. 1. Densità di popolazione dei gruppi componenti lo zooplancton di rete pelagico del Lago Maggiore nello strato 0-50m: confronto dei valori medi dei quinquenni 2003-2007 e 2008-2012, dei trienni 2013-2015, 2016-2018, 2019-2021 e 2022.



Soglia critica: valore medio annuo di biomassa di rotiferi inferiore al 20% del popolamento zooplanctonico totale

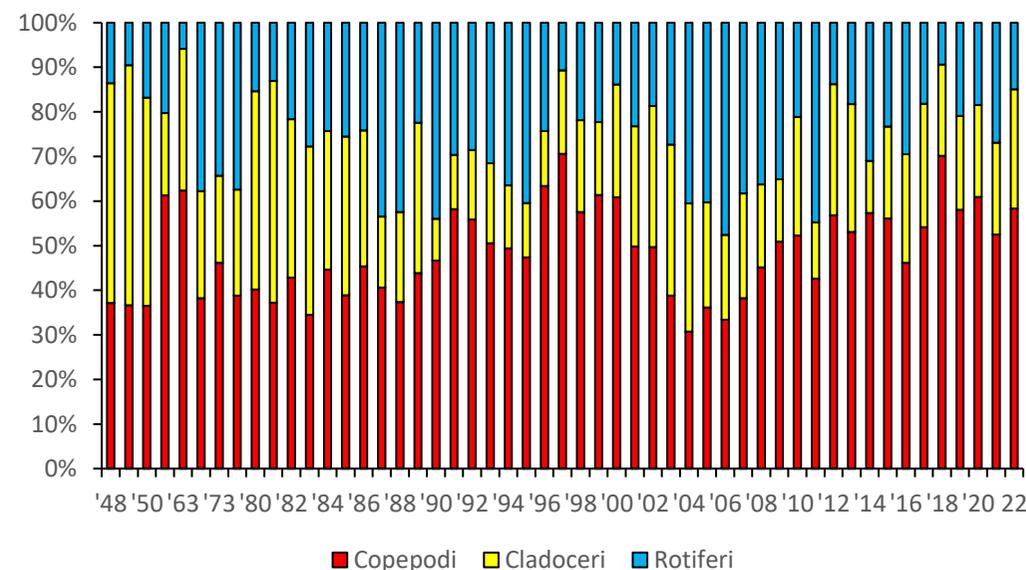
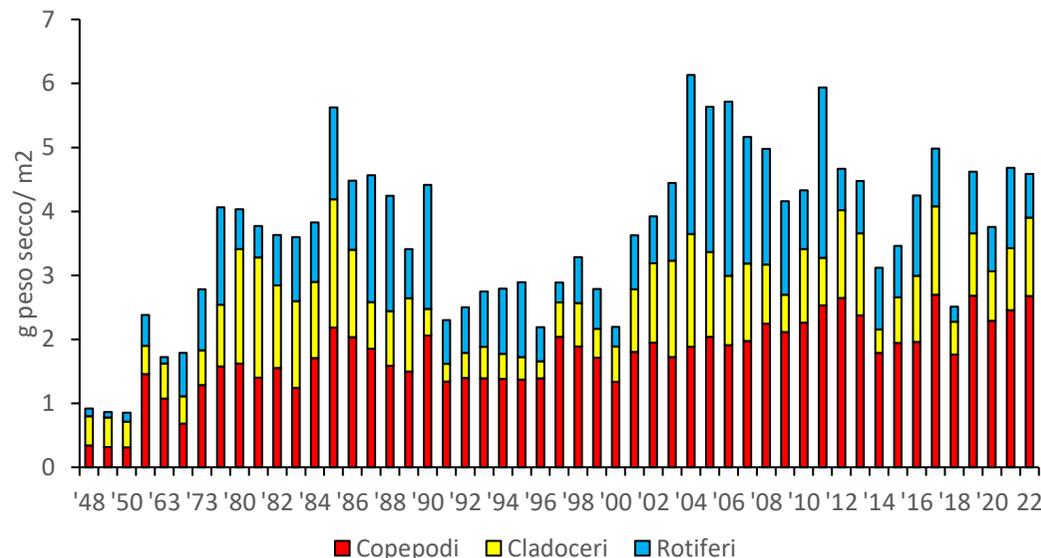
▲ Stato attuale

○ Stato al 2010



Densità delle popolazioni zooplanctoniche

Variazioni a lungo termine della densità di popolazione media annuale (valore numerico in alto, percentuale in basso) dei tre gruppi di organismi componenti lo zooplancton di rete del Lago Maggiore



L3 8 DIETA E COMPETIZIONE DELLE SPECIE ITTICHE PER LE RISORSE ALIMENTARI

Indicatore di sovrapposizione della nicchia trofica tra le principali specie ittiche autoctone e alloctone

DESCRITTORI

Indice di sovrapposizione della nicchia trofica α

OBIETTIVO

L'indice α può variare tra un valore pari a 0 (nessuna sovrapposizione) e 1 (completa sovrapposizione), mentre $\alpha > 0,8$ può essere considerato indice di un elevato grado di similarità nelle diete e di significativa competizione anche in condizioni di elevata produzione ambientale e disponibilità di risorse alimentari.

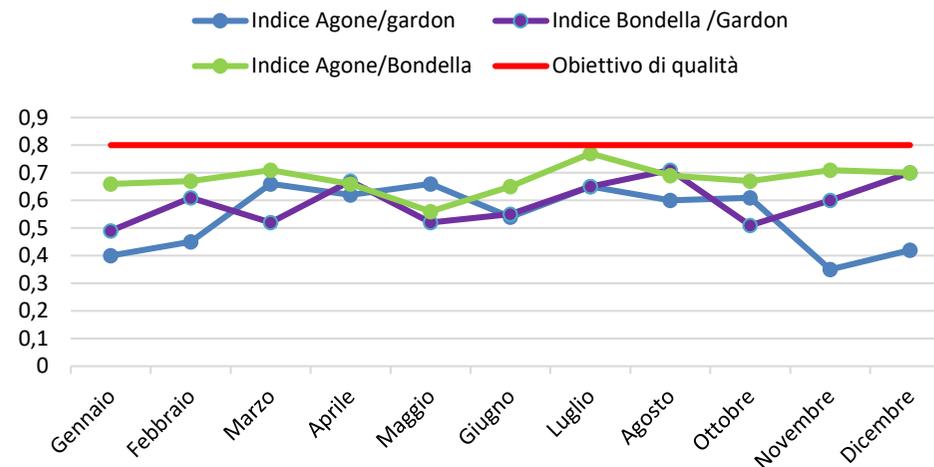
STATO E TENDENZA

L'indicatore è costruito dall'analisi congiunta delle informazioni relative alla composizione specifica e all'abbondanza numerica delle diverse prede per ogni specie ittica. È descritto sinteticamente dall'indice di sovrapposizione di nicchia (Schoener's index) applicato alle tre specie ittiche monitorate: il gardon, l'agone e il coregone bondella.

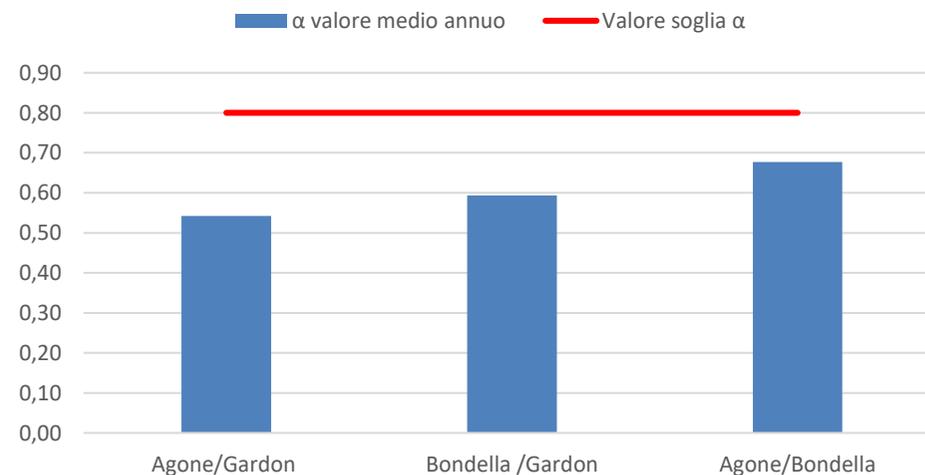
Il valore più elevato è stato misurato per bondella e agone ($\alpha=0,68$), superiore a quanto misurato per bondella e gardon ($\alpha=0,59$) e gardon e agone ($\alpha=0,54$). I valori medi misurati nel 2022 sono stati tutti bassi e indicatori di una competizione alimentare ridotta o quasi assente tra le tre specie ad esclusione di quello tra bondella e gardon.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Valori mensili dell'indice α per ogni associazione



Valore medio annuo dell'indice α nel 2022



L3 9 ANTIBIOTICO RESISTENZA NEI BATTERI LACUSTRI

Trend di presenza totale dei geni di resistenza nella comunità batterica del lago

DESCRITTORI

Trend del valore totale di geni di resistenza

OBIETTIVO

La presenza di geni di resistenza agli antibiotici nelle comunità microbiche di ambienti soggetti a pressione antropica è generalizzata a livello globale. Per questa ragione la valutazione dell'impatto misurato e dell'obiettivo da raggiungere possono essere espressi solo relativamente alla situazione preesistente. Per il Lago Maggiore si è deciso di considerare la media dei dati di presenza/assenza nel triennio precedente l'anno in questione come baseline su cui esprimere il trend per l'anno in corso, considerando come obiettivo la riduzione effettiva del numero di campioni in cui è stata misurata la presenza dei diversi geni di resistenza.

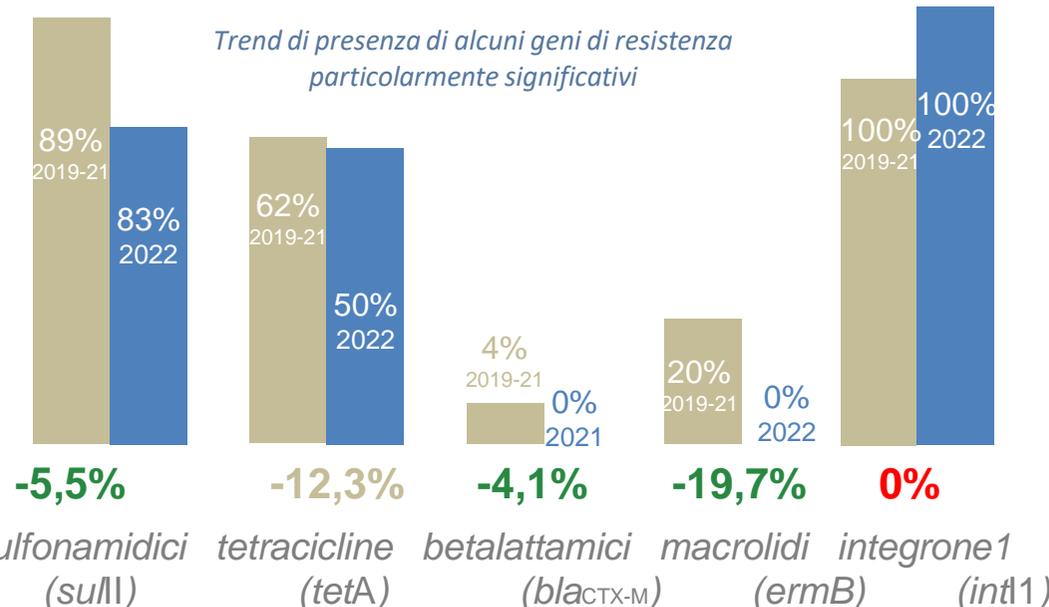
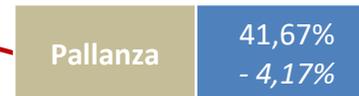
STATO E TENDENZA

Nel Lago Maggiore la presenza di geni di resistenza è stata misurata con tecniche di biologia molecolare a partire dal 2013. Il valore totale di campioni che riscontrano la presenza di almeno un gene dei 5 selezionati per le analisi è andato riducendosi dal 2015 al 2017, seguita da un leggero aumento fino al 2019, e ad una forte riduzione nel periodo 2020-22. Alcune resistenze sono sempre molto abbondanti (sulfonamidici e tetracicline, antibiotici a prevalente uso zootecnico) seppur con ampie variazioni (come le decrescite di tetA nel 2020 e quella di sulII nel 2021), mentre sia nel 2020 che nel 2021 non si sono riscontrate resistenze agli antibiotici betalattamici ed aminoglicosidi. Un discorso particolare merita l'incremento forte di resistenze ai macrolidi nel 2020, possibilmente dovuto al misuso di azitromicina durante le prime fasi della pandemia, come conferma la loro scomparsa nel 2021-22.

Nel triennio 2019-21 nel lago Maggiore circa il 43% dei campioni sono risultati positivi alla presenza di geni di resistenza, mentre nel 2022 si è scesi al 34% (-8.33%). Il trend in discesa iniziato nel 2019 si è rafforzato nel 2021 per poi proseguire nel 2022. Questi dati presentano quindi una situazione in chiaro miglioramento, anche se la particolarità dell'ultimo biennio dovrà essere confermata nei prossimi anni, in presenza di normali attività antropogeniche. I dati dell'ultimo biennio dimostrano quanto la risposta delle comunità naturali all'inquinamento è immediata, ponendo l'accento su un maggior controllo degli scarichi. In questo senso sarà interessante valutare se le migliorie apportate al trattamento dei reflui nell'ultimo biennio avranno effetto sul medio termine.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Numero di campioni positivi nel 2022 nei diversi siti di campionamento e variazione (in corsivo) rispetto al triennio 2019-2021



L3 10 CARBONIO ORGANICO TOTALE

Il Carbonio Organico Totale misura il risultato netto del bilancio delle attività biologiche di produzione e consumo della sostanza organica

DESCRITTORI
TOC

OBIETTIVO

L'obiettivo associato a questo indicatore è il mantenimento della concentrazione di Carbonio Organico Totale sui valori caratteristici per i laghi profondi meso-oligotrofi, cioè compresi nell'intervallo 0,8 – 1,0 mgC/L come valore medio annuo integrato sulla colonna d'acqua. Queste concentrazioni sono quelle rilevate nel Lago Maggiore in anni recenti in seguito al raggiungimento della meso-oligotrofia. Superamenti significativi di questa soglia sono indicatori di introduzione a lago di sostanze organiche alloctone o di scostamento dallo stato meso-oligotrofo.

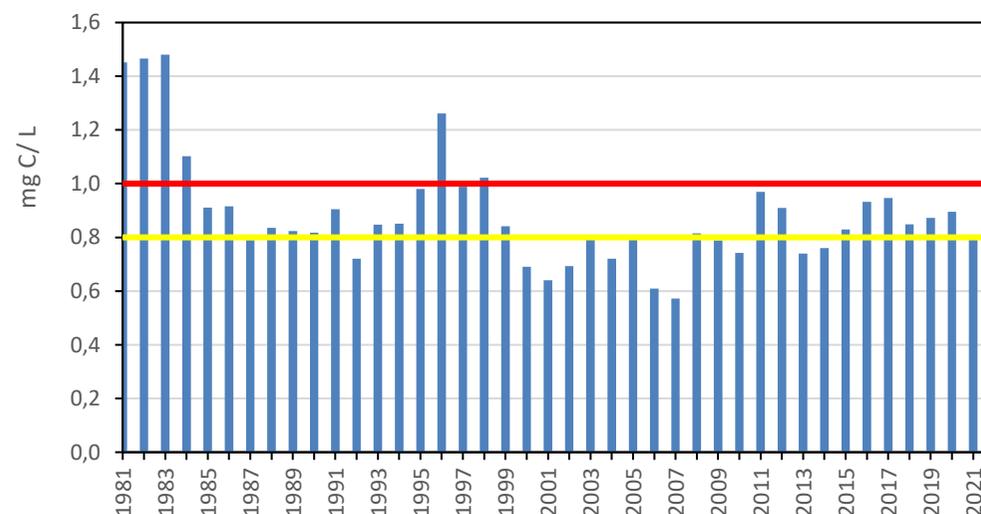
STATO E TENDENZA

Dall'avvio dell'attività di ricerca sistematica promossa dalla CIPAIS, avvenuto all'inizio degli anni '80, nel Lago Maggiore si è avuto un progressivo e significativo decremento della concentrazione del Carbonio Organico Totale (TOC), la concentrazione del quale è passata da valori medi annui di circa 1,5 mg C/L nel 1983 a valori intorno a 0,57 mg C/L nel 2007. Questa evoluzione, determinata dal diminuito apporto del carico organico a lago per l'entrata in funzione di numerosi impianti di trattamento delle acque e per l'adozione di misure di controllo dell'eutrofizzazione, è culminata nell'ultimo decennio con il mantenimento di concentrazioni medie di TOC nell'intervallo di sicurezza. Tuttavia nella serie pluriennale sono visibili oscillazioni del valore medio annuo, con incrementi in occasione di anni di più intensa produzione algale e di fioriture di cianobatteri e successive diminuzioni. Tali fluttuazioni, pur rimanendo al di sotto dell'obiettivo-limite superiore, ci indicano l'importanza di continuare a tenere sotto controllo le concentrazioni di TOC in lago. Nell'anno 2022 il valore medio di TOC è risultato essere 0,807 mg C/L. Tale valore è risultato comparabile a quelli registrati nel triennio precedente (compresi tra 0,797 e 0,895 mg C/L).

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento delle concentrazioni medie annue di TOC dal 1981 al 2022

Pannello di controllo TOC (media annua integrata sulla colonna) Ghiffa



Obiettivo
range di valori compresi tra 0,8 e 1 mg/L

Stato attuale
 Stato al 2010



L3 12 CONCENTRAZIONE MEDIA DI FOSFORO E AZOTO

Concentrazione media annua del fosforo e azoto totale nelle acque lacustri

DESCRITTORI

Fosforo
Azoto

OBIETTIVO

L'obiettivo da perseguire, definito dalla CIP AIS, è quello di non superare una concentrazione di fosforo pari a 10 µg /L, indicativa di una condizione di oligotrofia delle acque.

STATO E TENDENZA

Dall'avvio delle indagini promosse dalla CIP AIS ad oggi il Lago Maggiore è passato da uno stato eutrofo ad uno oligotrofo, grazie ad una serie di interventi per la riduzione degli apporti di nutrienti, in particolare fosforo, dal bacino. La concentrazione media di fosforo totale sulla colonna d'acqua è passata da circa 20-25 µg P/ L negli anni '80 a valori attorno a 9-10 µg P/ L negli anni 2000. A partire dal 2011 si è osservato un lieve incremento delle concentrazioni, con valori medi annui di 11-12 µg P/ L . Nell'ultimo triennio questa tendenza sembra essersi stabilizzata e in base alle attuali concentrazioni, il lago può essere classificato come oligo-mesotrofo.

La recente tendenza all'aumento del fosforo non è dovuta ad un aumento negli apporti dal bacino, che sono pressoché costanti (vedi indicatore L4.1), ma all'effetto dei cambiamenti climatici. Il riscaldamento delle acque determina infatti un aumento della stabilità della colonna d'acqua e conseguentemente mescolamenti poco profondi nel periodo tardo-invernale. Questa situazione ha determinato un accumulo di P nelle acque ipolimniche e profonde (al di sotto dei 200) mentre le concentrazioni in epilimnio sono rimaste pressoché invariate.

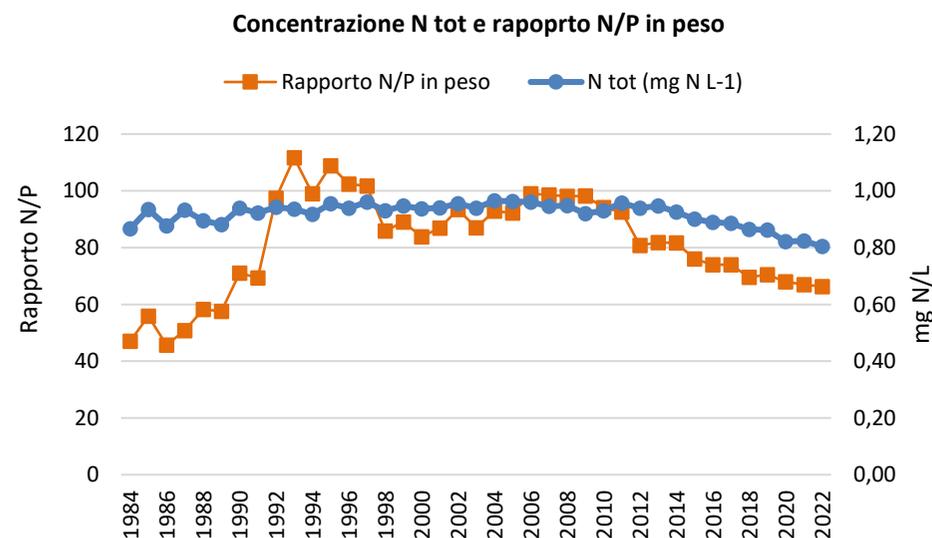
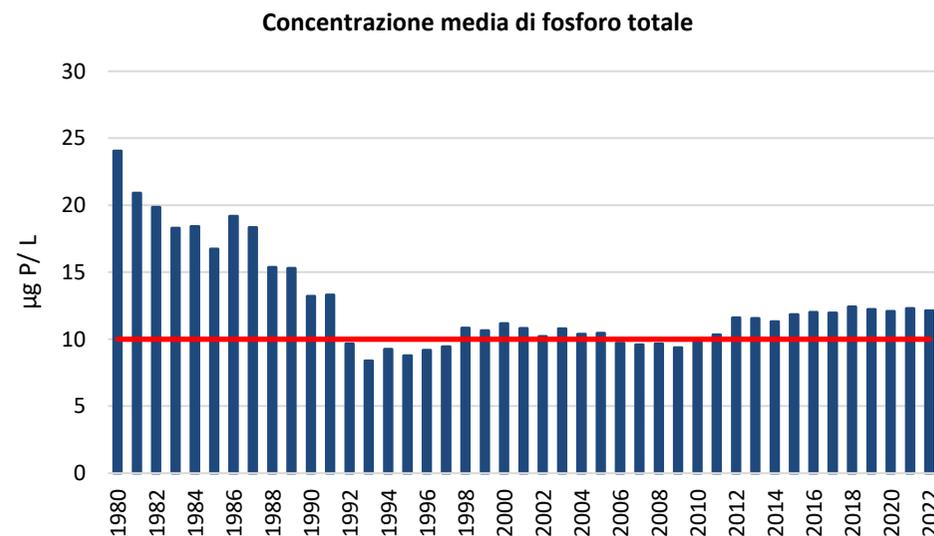
La concentrazione media annua di azoto totale, dopo aver mostrato un incremento fino ai primi anni 2000, ha evidenziato un trend decrescente a partire dal 2011-12. Questi andamenti dipendono principalmente dagli apporti di nitrati a lago dalle acque dei tributari, a loro volta dipendenti dalle deposizioni di azoto che sono diminuite nell'areale del Lago Maggiore nel corso dell'ultimo decennio. La diminuzione recente delle concentrazioni di nitrati, evidente soprattutto nei mesi estivi, potrebbe però dipendere anche da un maggior consumo da parte delle alghe fitoplanctoniche.

Nel 2022 le concentrazioni medie annue di P totale e N totale sono state pari rispettivamente a 12,1 µg P/ L e 0,80 mg N/ L, di poco inferiori ai valori del 2021. Nel caso del fosforo si conferma una stabilizzazione delle concentrazioni, dopo il progressivo aumento che si era verificato dal 2010 in poi. Per l'azoto il valore del 2022 ha fatto segnare un'ulteriore riduzione delle concentrazioni a lago, attualmente inferiori a quelle della prima metà degli anni '80.

Il rapporto N/P nel 2022 è risultato pari a 66 (in peso), indicativo di una condizione di limitazione da fosforo. I valori del rapporto continuano a diminuire regolarmente per effetto soprattutto del calo dell'azoto totale.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione media annua di fosforo e azoto totale nelle acque lacustri



Obiettivo: concentrazioni di P inferiori a 10 µg/L
 Stato attuale Stato al 2010



L3 13 CONCENTRAZIONE DELL'OSSIGENO DI FONDO

Andamento della concentrazione dell'ossigeno nelle acque lacustri profonde

DESCRIPTORI

Ossigeno Disciolto di fondo

OBIETTIVO

Valori di concentrazione dell'ossigeno di fondo maggiori di 6 mg O₂/L sono indice del mantenimento di uno stato ottimale di ossigenazione delle acque profonde (obiettivo definito dalla CIPAIS).

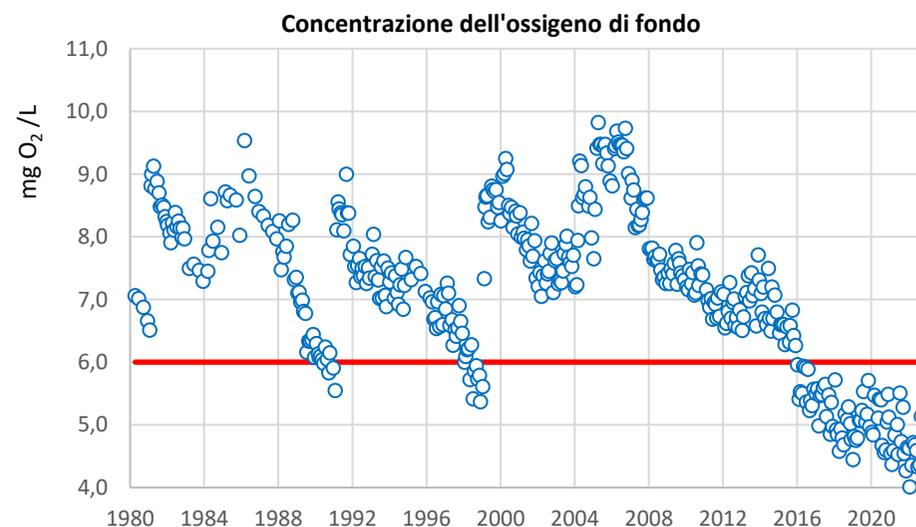
STATO E TENDENZA

Nel Lago Maggiore i valori di ossigeno nello strato al di sotto dei 200 m hanno raggiunto valori inferiori a 6 mg O₂/L nel 1990 e nel 1998, dopo una sequenza di anni caratterizzati da incompleto rimescolamento verticale. I massimi, tra 9 e 10 mg O₂/L, sono stati rilevati dopo eventi di completa circolazione (1991, 1999, 2005-06), grazie alla riossigenazione dell'intera colonna d'acqua. Fino al 2010 le concentrazioni si sono mantenute sempre al di sopra dei 7 mg O₂/L, a dimostrazione di una buona ossigenazione delle acque profonde, mentre a partire dal 2016 il contenuto di ossigeno ha iniziato a diminuire abbastanza rapidamente raggiungendo valori inferiori a quelli della prima metà degli anni '80. La diminuzione ha interessato i valori dello strato ipolimnico (25-360 m), ma in misura più accentuata quelli al di sotto dei 200 m, ormai stabilmente inferiori alla soglia critica di 6 mg O₂/L in tutti i mesi dell'anno. Questa situazione è una diretta conseguenza del cambiamento climatico e dei suoi effetti sull'idrodinamica lacustre: il limitato mescolamento verticale delle acque alla circolazione tardo invernale non consente infatti un'adeguata riossigenazione delle acque profonde.

I dati del 2022 hanno indicato un'ulteriore diminuzione dell'ossigeno profondo, con valori sempre inferiori a 5 mg O₂/L ad eccezione di settembre (5,13 mg O₂/L) ed un minimo di 4,01 mg O₂/L il 31 gennaio. In termini di saturazione %, i valori nel 2022 sono risultati compresi tra 34 e 43%, con la quasi totalità dei valori al di sotto del 40%.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento dei valori medi ponderati della concentrazione di ossigeno disciolto sul fondo del Lago Maggiore (sotto i 200 m di profondità) - periodo dal 1980 al 2022



Obiettivo: concentrazione di ossigeno disciolto pari o superiore a 6 mg/L



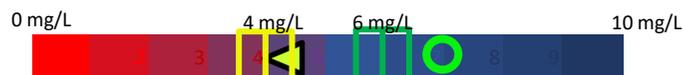
Stato attuale



Stato al 2010



Soglia critica: concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 4 mg/L



L3 15 TEP (*Transparent Exopolymeric Particles*)

La concentrazione di TEP in lago è il risultato dell'attività fotosintetica algale e dell'eventuale input alloctono

DESCRITTORI

Trend del valore di concentrazione di TEP

OBIETTIVO

L'obiettivo corrisponde al mantenimento della concentrazione di *Transparent Exopolymeric Particles* (TEP), espressa come carbonio, su valori inferiori al massimo raggiunto nel triennio 2013-2015 e pari a 400 µg C/L.

STATO E TENDENZA

I microgel organici costituenti il TEP sono punti caldi dell'attività microbica e possono essere un sito di colonizzazione di batteri e virus. Le proprietà adesive dei polisaccaridi ne fanno un sito di accumulo potenziale di nanoparticelle, metalli pesanti e contaminanti diversi. Tali proprietà, inoltre, rendono il TEP capace di interferire con le attività di pesca ocludendo le maglie delle reti. Occasionali rilevanti concentrazioni di TEP, evidenziate anche dalla presenza di schiume superficiali, avevano costituito motivo di allarme.

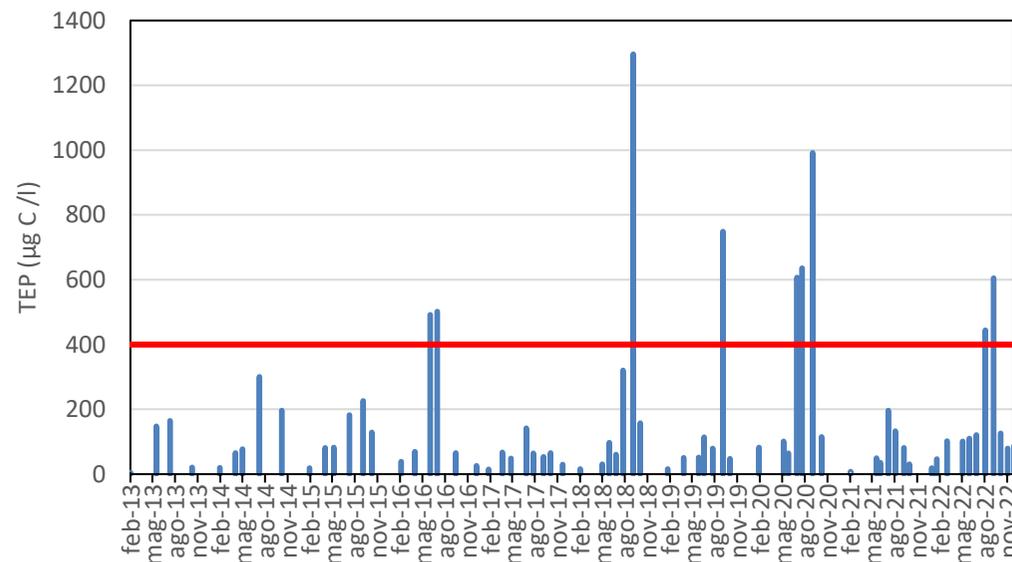
Nel 2022 la concentrazione media annua di TEP a Ghiffa nella zona eufotica è risultata di 155 µg C/L, quindi molto simile a quella misurata nel 2019 (158 µg C/L) ma nettamente superiore a quella misurata nel 2021 (76 µg C/L).



[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Andamento delle concentrazioni di TEP nel periodo 2013-2022 misurate a Ghiffa

TEP media ponderata 0-20 m



Obiettivo

Concentrazione media annua di TEP < a 400 µg C/L nello strato 0-20 m (Ghiffa)



Stato attuale



Stato al 2015





L4 1 CARICO DI FOSFORO E AZOTO TOTALE IN INGRESSO AL LAGO

DESCRITTORI

Carico di Azoto
Carico di Fosforo

OBIETTIVO

Il massimo carico ammissibile di fosforo totale per il Lago Maggiore, secondo i limiti proposti dalla CIP AIS, è di 200 t P/anno. Relativamente all'azoto l'obiettivo da perseguire è di contenere gli apporti a lago.

STATO E TENDENZA

La CIP AIS monitora regolarmente i carichi di fosforo e azoto apportati a lago dalle acque tributarie mediante campionamenti ed analisi mensili dei principali tributari del Lago Maggiore.

I carichi totali di P e N a lago nel 2022 sono stati pari a 140 t P/a e 3900 t N/a, rispettivamente, inferiori ai valori degli ultimi anni e più in generale molto bassi nel contesto della serie storica dei dati disponibili. Questi valori sono dovuti ai limitati afflussi meteorici e alle basse portate della maggior parte dei tributari che hanno caratterizzato il 2022.

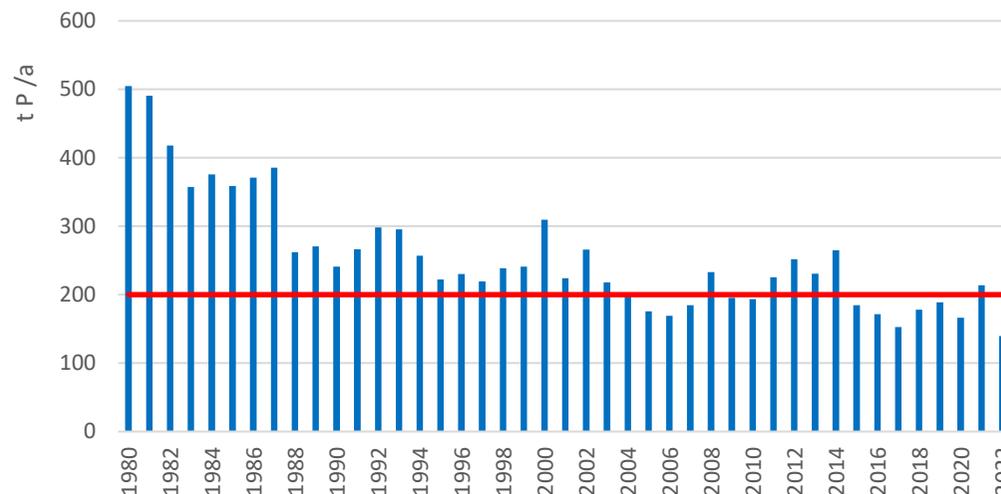
Nonostante l'elevata variabilità interannuale, dovuta a fattori meteo-idrologici, i carichi di P confermano una situazione di sostanziale stabilità. Anche i carichi di azoto (somma degli apporti dai tributari, dalla fascia rivierasca e dalle precipitazioni sullo specchio lacustre), nell'ultimo decennio si sono mantenuti per lo più tra 6000 e 9000 t N/a.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

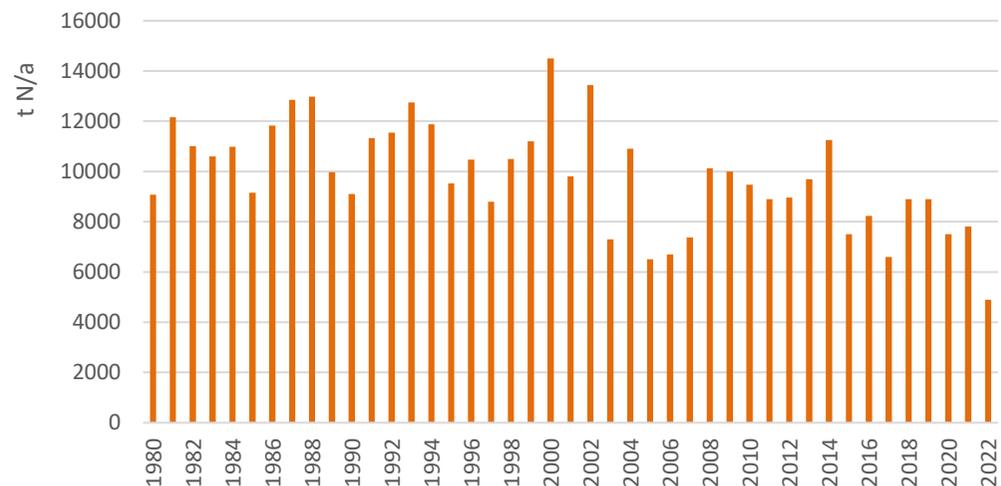
Apporti di nutrienti a lago derivanti dalle acque dei tributari, dalla fascia rivierasca e dalle precipitazioni

Apporti di nutrienti a lago, dal 1980 al 2022: fosforo totale (in alto) e azoto totale (in basso)

Carico di fosforo totale



Carico di azoto totale



Obiettivo
massimo carico 200 tP/anno



Stato attuale



Stato al 2010



L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

DESCRITTORE

DDT (DicloroDifenilTricloroetano)

OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) prevede uno standard di qualità ambientale per la concentrazione del DDx totale (cioè della somma del DDT e dei suoi isomeri e metaboliti) pari a 100 µg/kg p.f. per i pesci con più del 5% di grassi e di 50 µg/kg p.f. per i pesci con valori minori o uguali al 5% di grassi.

STATO E TENDENZA

Il DDT (diclorodifeniltricloroetano) è un insetticida di sintesi, che è stato largamente diffuso nell'ambiente a partire dal 1939, dapprima per combattere la malaria e successivamente in agricoltura. A causa della sua persistenza nell'ambiente e della sua tendenza ad accumularsi nelle reti trofiche, è stato bandito negli anni '70, ma è stato prodotto a Pieve Vergonte fino al 1997.

Il DDT è poco solubile in acqua e si trova principalmente associato ai sedimenti fini. Nella fig. 1 si osserva la forte variabilità della quantità di DDx presente nei sedimenti del Toce e del Ticino emissario, dovuta essenzialmente alle piogge che dilavano i terreni e alle piene che mobilizzano sedimenti inquinati nel Toce. Le concentrazioni di DDx totali misurate alla foce del Toce nel 2022 sono aumentate rispetto al 2021; le concentrazioni di DDx nel Ticino Emissario risultano stabili nei tre campionamenti eseguiti, con un solo calo significativo in ottobre 2022.

Negli organismi, il DDT si accumula nei tessuti grassi, perciò per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione in proporzione alla massa lipidica (fig. 2). Anche negli organismi si ha una forte variabilità legata alle condizioni meteorologiche e alla fisiologia degli organismi, in relazione alle dinamiche stagionali.

L'obiettivo di qualità è riferito alla concentrazione sul peso umido. I valori misurati nei pesci del Lago Maggiore sono mostrati in fig. 3. La percentuale media lipidica degli agoni grandi è pari a quella per gli agoni piccoli (5%): se ne deduce che non vi siano importanti differenze legate alle dimensioni degli agoni. Nel corso del 2022, il valore soglia è stato superato dall'agone piccolo in estate 2022 e dall'agone grande in primavera 2022. Le concentrazioni di DDx nel coregone e nel gardon sono decisamente più contenute e non superano i limiti.

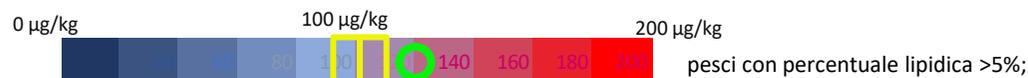
Nella rappresentazione dello stato attuale si è tenuto conto del valore medio di concentrazione osservato nei pesci, tenendo conto del diverso contenuto lipidico.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Obiettivo: **DDT tot.** <50 µg/kg per pesci con percentuale lipidica ≤5%; <100 µg/kg per pesci con percentuale lipidica >5%

★ Valore massimo di concentrazione osservato

▲ Stato attuale
○ Stato al 2010



Concentrazione di inquinanti organici clorurati nei sedimenti e nel biota del Lago

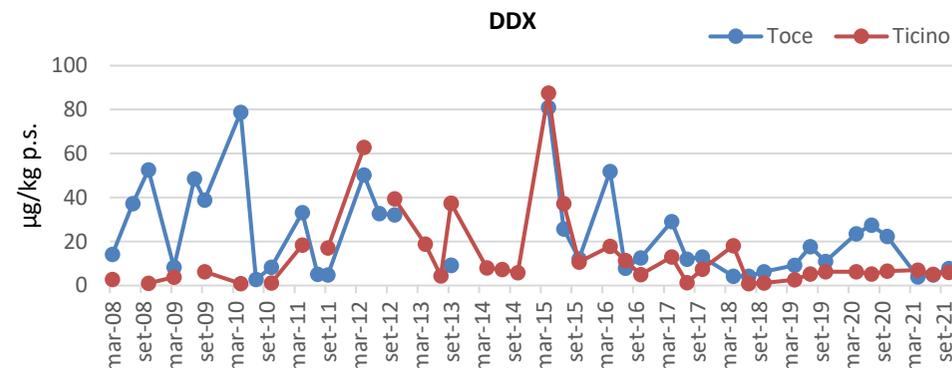


Fig. 1 – Concentrazione di DDx nei sedimenti del Fiume Toce e Ticino emissario

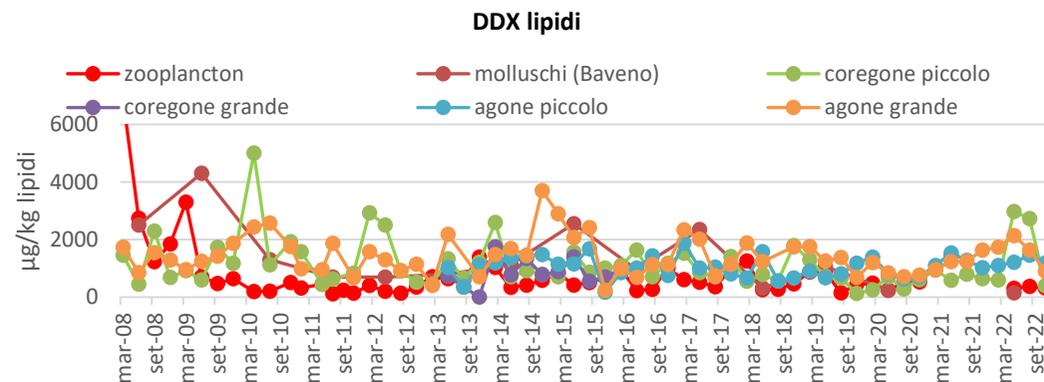


Fig. 2 – Concentrazione di DDx (in µg/kg lipidi) nel biota del Lago Maggiore

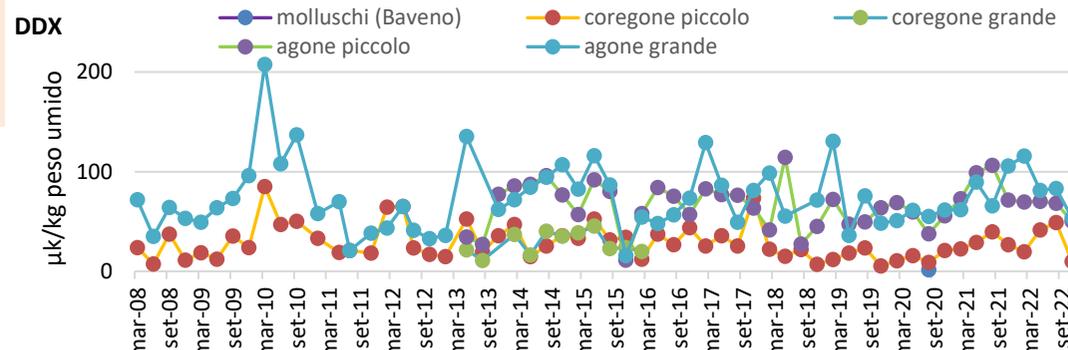


Fig. 3 – Concentrazione di DDx nei pesci e molluschi (in µg/kg peso umido) del Lago Maggiore

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

DESCRITTORE
PCB (PoliCloroBifenili)

OBIETTIVO
Il Decreto Legislativo 172/2015 prevede uno standard di qualità ambientale per la somma di diossine, furani e PCB-diossina simili (PCB-dl) pari 6,5 µg/kg di tossicità equivalente (TEQ). Nel Lago Maggiore vengono misurati solo i PCB-dl.

STATO E TENDENZA
Il policlorobifenili (PCB) sono composti di sintesi molto stabili, non infiammabili, usati in passato come isolanti termici ed elettrici, fluidi per circuiti idraulici e scambio termico, lubrificanti, ritardanti di fiamma, e additivi in vari prodotti chimici. Essi persistono a lungo nell'ambiente e possono accumularsi negli organismi lungo le reti trofiche. Alcuni di questi composti hanno tossicità simile alle diossine e vengono denominati PCB-diossina simili (PCB dioxin-like, PCB-dl). Nei sedimenti dei tributari le concentrazioni medie di PCB del Bardello, Boesio, Margorabbia, Tresa e Ticino emissario sono inferiori a quelle del 2021, mentre il Toce mostra valori simili al 2021 (fig. 1). Negli organismi, i PCB si accumulano nei tessuti grassi, perciò per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione in proporzione alla massa lipidica (fig. 2). Si nota una forte variabilità legata alla variabilità degli apporti, con concentrazioni minori nei molluschi rispetto ai pesci. La tossicità equivalente (TEQ) dei PCB-dl misurati nei pesci del Lago Maggiore è mostrata in figura 3. Il valore soglia di 6,5 µg/kg non è mai stato superato nel 2022. Lo standard di qualità ambientale è stato superato diverse volte negli anni precedenti per gli agoni e una sola per i coregoni, ma bisogna tener conto che la somma di diossine e furani (non analizzati) e PCB-dl può raggiungere valori maggiori di quanto qui riportato. Per la rappresentazione dello stato dell'indicatore si è considerato il valore medio di concentrazione nell'anno nei pesci.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Obiettivo: rispetto dei limiti della normativa Italiana (D.Lgs. 172/2015 – IT PCB-dl+Diossine+furani tot: 6,5 µg/kg p.f. F-TEQ) Stato attuale Stato al 2010



Concentrazione di inquinanti organici clorurati

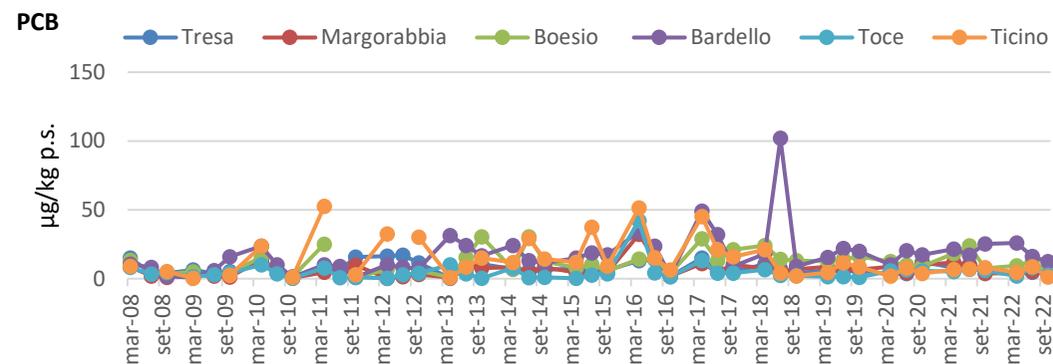


Fig. 1 – Concentrazione di PCB nei sedimenti di alcuni immissari e del Ticino emissario

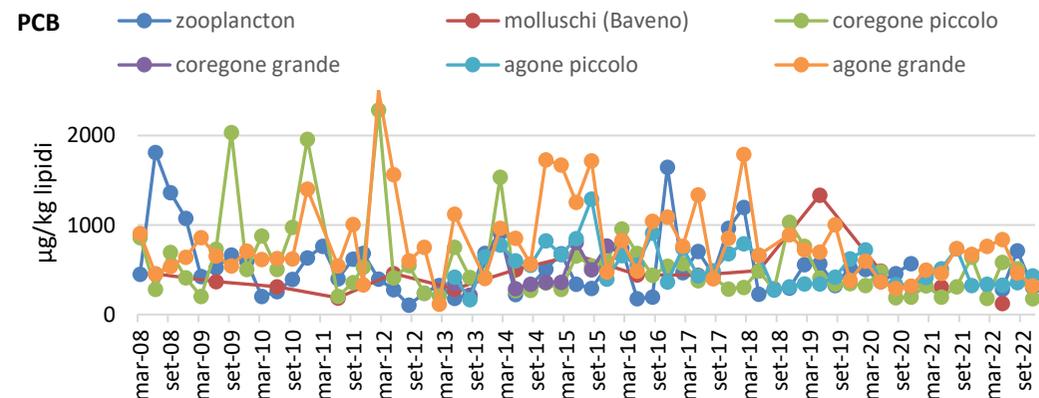


Fig.2– Concentrazione di PCB nel biota del Lago Maggiore

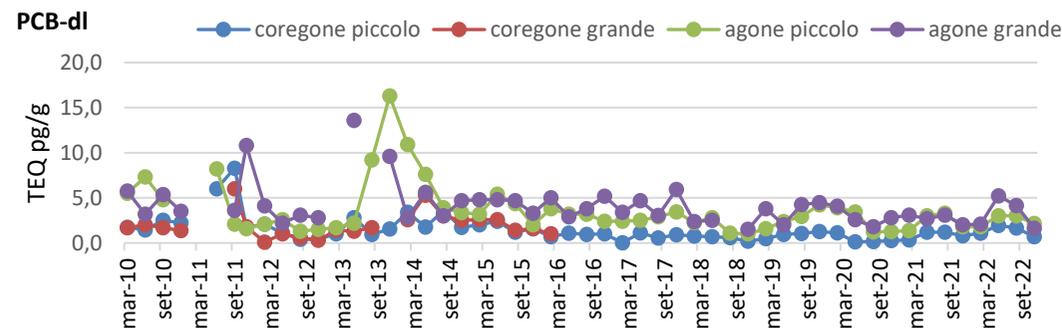


Fig. 3– Valori di tossicità equivalente (TEQ) dei PCB-dl nei pesci del Lago Maggiore

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Concentrazione di inquinanti organici

DESCRITTORE

IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015) non prevede uno standard di qualità ambientale per gli IPA, ma solo per il benzo[*a*]pirene (5 µg/Kg per il biota), il composto più tossico. Lo standard è riferito ai molluschi ed espresso in funzione del peso umido. Nel caso di *Dreissena polymorpha*, il mollusco utilizzato per le analisi della CIP AIS, il contenuto in acqua è molto variabile e quindi il peso fresco è poco significativo. Per poter costruire serie temporali affidabili, i valori di IPA sono espressi in funzione del contenuto lipidico, e non possono essere usati, se non indicativamente, per valutare se sia superato lo standard di qualità.

STATO E TENDENZA

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti derivanti dai prodotti petroliferi e dai prodotti delle combustioni di materiali organici e idrocarburi.

Nei vertebrati, compresi i pesci, gli IPA sono metabolizzati e non vengono accumulati. Perciò nell'ambito della CIP AIS gli IPA sono stati analizzati soltanto nei molluschi (*Dreissena polymorpha* e *Unio*) e nei sedimenti dei tributari (recentemente solo del Tresa) e del Ticino emissario.

Anche gli IPA sono poco solubili in acqua e si trovano principalmente associati ai sedimenti fini. Nella fig. 1 si vede che una certa variabilità interannuale nel Ticino emissario, e valori più stabili nel Tresa (come negli altri immissari in passato), ad eccezione di un picco molto elevato nel Tresa osservato nel 2015. Nel 2018 e 2019 le analisi di IPA nei sedimenti non erano previste, mentre la media dei 3 campionamenti effettuati nel 2020 risulta inferiore a quella del 2017 per entrambi i corsi d'acqua. Nel 2021 e 2022 gli IPA non sono stati ricercati nei sedimenti.

Nei molluschi (fig. 2), la variabilità interannuale è modesta in tutte le stazioni, ma si è avuto un netto aumento nel 2014 a Luino e poi nel 2015 in tutto il lago. Nel 2016 le concentrazioni sono ritornate ai valori misurati fino al 2013 per poi risalire ancora nel 2017 sia nel Tresa.

Nel 2022 il dato è in controtendenza, in quanto i livelli degli IPA totali mostrano valori piuttosto elevati, almeno per alcuni siti di campionamento, se confrontati con i dati pregressi riferiti agli anni precedenti. Piuttosto sorprendentemente, infatti, Baveno ha mostrato i valori di IPA più elevati, superando di gran lunga quelli misurati a Ranco, il secondo sito più contaminato, fino ad arrivare a Brebbia dove abbiamo misurato la concentrazione di IPA più bassa. Tale evidente differenza di contaminazione osservata tra le 8 diverse stazioni di campionamento è indice di sorgenti puntiformi di origine prettamente pirogenica, legata quindi a combustioni incomplete di materiali organici piuttosto che a sversamenti diretti d'idrocarburi, in quanto gli IPA a maggior numero di anelli aromatici condensati sono la frazione prevalente in tutti i siti di prelievo.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

IPA nei sedimenti

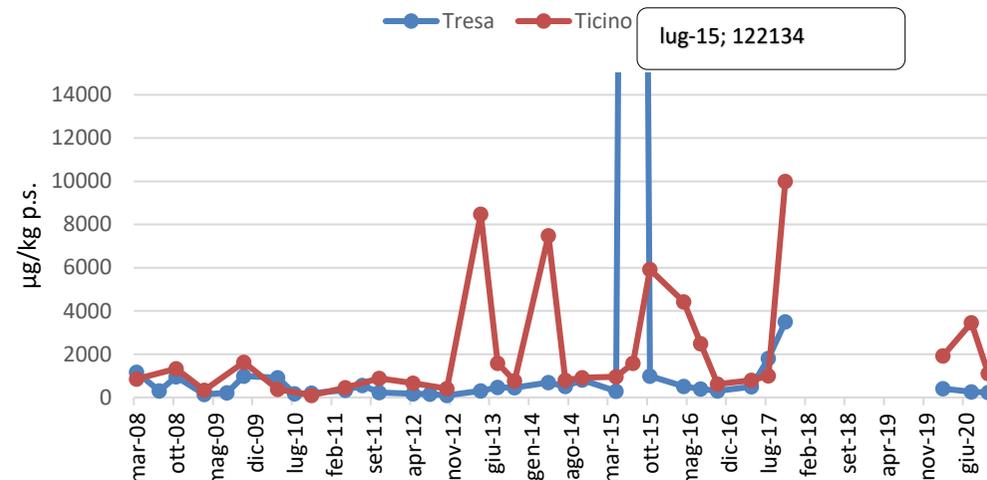


Fig. 1 – Concentrazione di IPA nei sedimenti del Tresa e del Ticino emissario

IPA molluschi

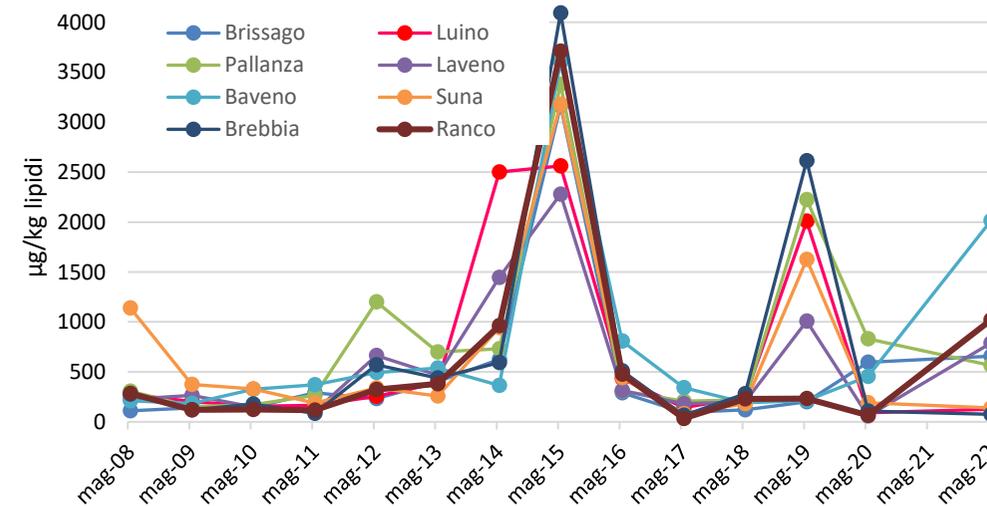


Fig. 2 – Concentrazione di IPA nei molluschi del Lago Maggiore

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

DESCRITTORE

PBDE (PoliBromoDifenilEteri)
HBCD (Esabromociclododecano)
DBDPE (Decabromodifeniletano)

OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) prevede per la classe dei PBDE nel biota che la somma delle concentrazioni dei congeneri BDE-28, 47, 99, 100, 153 e 154 non debba superare il limite di 0,0085 µg/Kg p.f.

STATO E TENDENZA

I polibromodifenileteri (PBDE) sono una classe di ritardanti di fiamma alogenati usati come additivi in diversi polimeri organici e presenti, a partire dagli anni '70, in numerosi prodotti commerciali, quali i componenti elettrici ed elettronici (cavi elettrici, plastiche di housing), i materiali isolanti (schiume poliuretatiche), i tessuti (tappezzerie e tendaggi) e negli equipaggiamenti per veicoli. I PBDE sono commercializzati in miscele tecniche prodotte per bromurazione del difeniletere in presenza di un catalizzatore. Tra i possibili congeneri, alcuni penta ed esa-bromurati (BDE-28, 47, 99, 100, 153 e 154) sono ritrovati frequentemente nel sedimento e nel biota insieme al deca-bromurato (BDE-209).

Anche i PBDE sono poco solubili in acqua e si trovano principalmente associati ai sedimenti fini. Nella fig. 1 si vede come già evidenziato negli anni precedenti, il fiume più contaminato risulta essere il Boesio, segue il Bardello e il Ticino emissario.

I PBDE si accumulano nei tessuti grassi, perciò per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione in proporzione alla massa lipidica (fig. 2). Si nota come questi composti siano presenti anche nei pesci, con una variabilità interannuale che pare seguire con un breve ritardo la variabilità degli apporti. Le concentrazioni nei molluschi, misurate negli ultimi anni in otto stazioni, di cui una sola è riportata in fig. 2, espresse in funzione del contenuto lipidico, sono più elevate rispetto ai pesci. Il valore di concentrazione misurato nel maggio del 2022 (56 µg/kg lipidi) è invece in linea con quella rilevata nei pesci.

Nelle specie ittiche la somma delle concentrazioni dei congeneri BDE-28, 47, 99, 100, 153 e 154 supera sempre il limite di 0,0085 µg/Kg p.f. (fig. 3), con valori di concentrazioni anche 200 volte superiori al limite.

Il DBDPE, utilizzato come possibile sostituto del BDE-2009, non è mai stato riscontrato nei campioni ittici (LOQ = 10 µg/Kg p.f.), probabilmente a causa del suo scarso uso nel bacino imbrifero considerato.

Per quanto concerne l'HBCD, utilizzato per la produzione del polistirene espanso in edilizia (Regolamento UE 2016/293), le concentrazioni sono risultate sempre sotto ai limiti di quantificazione per tutti i pesci considerati e rispettano la Direttiva 2013/39/UE sulla buona qualità idrica dei corpi idrici per il biota (167 µg/Kg p.f., recepita in Italia con il D.Lgs. n. 172/2015).

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione di inquinanti organici persistenti: i ritardanti di fiamma

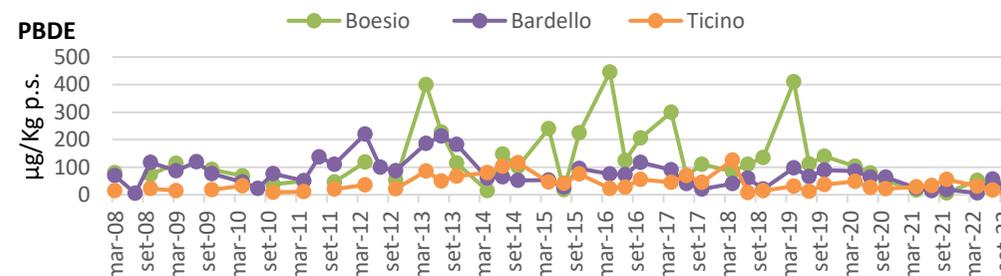


Fig. 1 – Concentrazione di PBDE nei sedimenti di alcuni immissari e del Ticino emissario

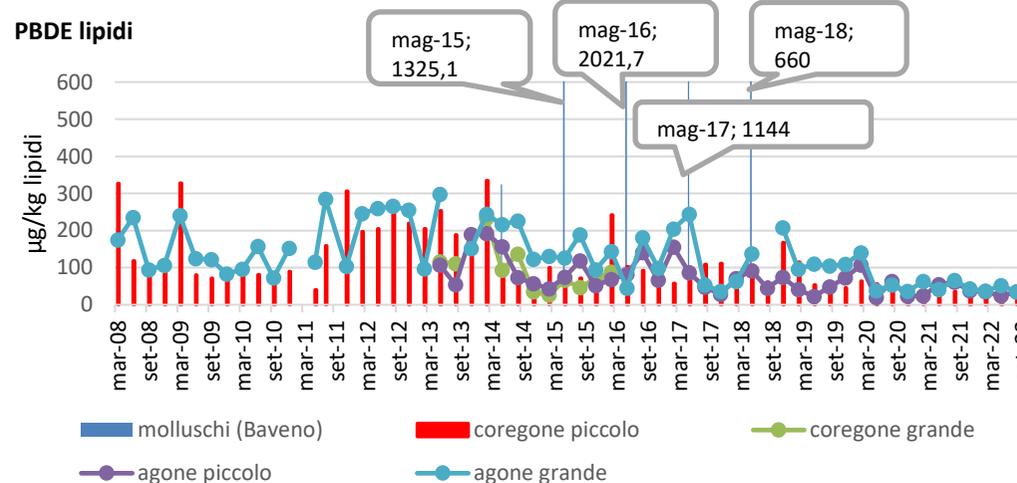


Fig. 2 – Concentrazione di PBDE nel biota del Lago Maggiore

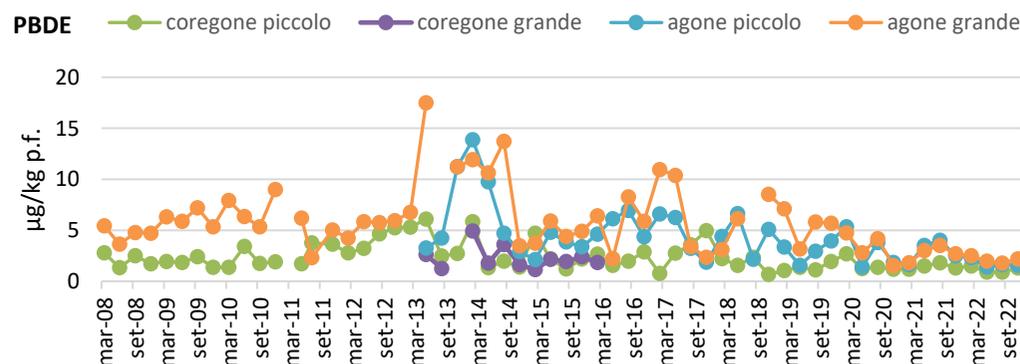


Fig. 3 – Somma delle concentrazioni dei PBDE 28, 47, 99, 100, 153 e 154 nei pesci

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Concentrazione di metalli potenzialmente tossici

DESCRITTORE

Mercurio

OBBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) indica il mercurio come una sostanza pericolosa prioritaria e prevede uno standard di qualità ambientale per l'acqua di 0,07 µg/L come concentrazione massima ammissibile e per il biota di 20 µg/kg riferito al peso fresco nei pesci.

STATO E TENDENZA

Il mercurio è un elemento della crosta terrestre, presente naturalmente nell'ambiente. Tuttavia la sua concentrazione nel Lago Maggiore è più elevata del valore di fondo naturale a causa dell'uso di questo elemento per le attività minerarie (già a partire dall'epoca romana) e industriali, come la produzione del feltro per i cappelli (a partire dal XIX secolo) e nelle celle a mercurio per la produzione di cloro e soda nello stabilimento di Pieve Vergonte (a partire dagli anni 1940). Il mercurio può raggiungere gli ecosistemi anche per via aerea, per la precipitazione di particelle di aerosol.

Le concentrazioni di mercurio analizzate nei sedimenti degli immissari (fig. 1) sono risultate più elevate nel Bardello, dove il valore di aprile 2022 supera il cb-TEC (consensus-based Threshold Effect Concentration), ossia la soglia al di sotto della quale non sono attesi effetti avversi sugli organismi acquatici. In questo tributario i valori sono aumentati rispetto a quelli del 2021, in controtendenza rispetto all'andamento delle precipitazioni, suggerendo la presenza di qualche sorgente locale puntuale. Le concentrazioni nei principali tributari sono risultate in generale contenute rispetto a quanto registrato negli anni precedenti; questo risultato potrebbe essere legato alla scarsa piovosità che ha interessato il 2022. I valori nel Toce sono risultati contenuti, come atteso dopo l'evento di piena eccezionale di ottobre 2020, ma registrano un lieve aumento rispetto al 2021 (CIP AIS, 2022). Questo può essere dovuto ad un apporto dalla falda, che è può presentarsi durante i periodi di magra del fiume. Per quanto riguarda il biota (fig. 2), i valori sono espressi in funzione del peso fresco per i pesci, per poter essere confrontati con lo standard di qualità ambientale, e del peso secco per i molluschi e lo zooplancton, per ridurre la variabilità dovuta al contenuto d'acqua.

Le concentrazioni di mercurio nel pesce sono sempre superiori allo standard di qualità. Nella rappresentazione dello stato dell'indicatore è stato considerato il valore medio annuale di concentrazione nei pesci.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)



Obiettivo: rispetto dei limiti della normativa Italiana (D.Lgs. 172/2015 - IT Mercurio e composti: <20 µg/kg p.f (pesci))

▲ Stato attuale

○ Stato al 2010

0 µg/Kg 20 µg/Kg



200 µg/Kg

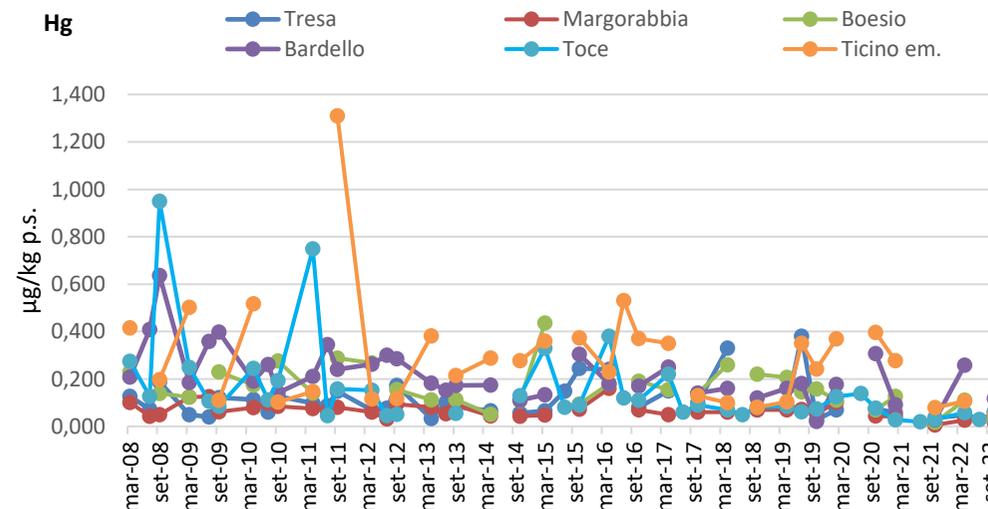


Fig. 1 – Concentrazione di mercurio nei sedimenti dei tributari e Ticino emissario

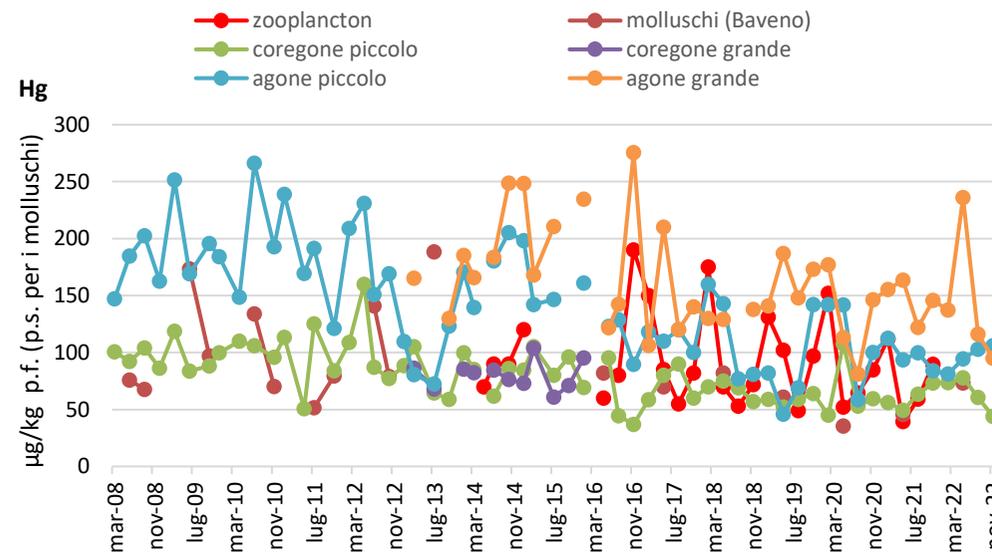


Fig. 2 – Concentrazione di mercurio in Unio (molluschi), nello zooplancton e in due specie di pesci del Lago Maggiore

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Dati aggiornati al 2021

DESCRITTORE

Carote di sedimento di DDT, PCB e Mercurio

OBIETTIVO

La normativa italiana (Decreto Legislativo 172/2015 che recepisce la Direttiva Europea 2013/39) non indica standard di qualità per i sedimenti delle acque interne, ma prevede l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni delle sostanze dell'elenco di priorità che tendono ad accumularsi nei sedimenti, dati che concorrono all'aggiornamento ed all'integrazione degli standard di qualità ambientali per i corpi idrici lacustri e fluviali.

STATO E TENDENZA

I grafici a lato riportano l'evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx (che comprende le due forme di DDT e i suoi metaboliti), PCB (somma) e mercurio totale nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (fig. 1) e nella zona di chiusura del bacino, in prossimità di Arona (fig. 2). I dati derivano da campionamenti successivi di carote di sedimento, che vengono suddivise in strati, datate e analizzate. La selezione di dati riportata permette di ricostruire la storia dell'inquinamento del Lago Maggiore dall'inizio del secolo scorso ad oggi.

Nel caso del DDT, il profilo rispecchia la storia della produzione e dell'uso di questo insetticida, che inizia negli anni 1930 e vede il suo massimo negli anni 1960-70. La produzione è stata interrotta nel 1996, ma permane una contaminazione residua legata alla forte persistenza del contaminante nel comparto dei sedimenti. L'apporto maggiore è legato al bacino del Toce.

Per i PCB, i valori massimi sono riferibili agli anni 1960, periodo di massima produzione e utilizzo in Italia per questi composti. Permane una presenza significativa del contaminante anche negli anni più recenti, dati che indicano la presenza di sorgenti ancora attive, legate alla grande quantità di questi composti nel bacino imbrifero. L'apporto è di tipo diffuso e deriva maggiormente dai tributari della sponda lombarda, fortemente antropizzata.

Per il mercurio, si evidenzia l'evoluzione della contaminazione derivante in particolare dall'attività industriale di un impianto cloro-soda con celle a catodo di mercurio, attivo dall'inizio del secolo scorso fino al 2018. L'analisi dei sedimenti più profondi e quindi più antichi, risalenti all'epoca pre-industriale, ha permesso di determinare il valore di fondo di questo elemento, pari a 0,044 mg/kg di peso secco. Dopo i picchi registrati negli anni 1930 e 1960, a partire dagli anni 1980 si è avuta una forte riduzione delle concentrazioni, che restano però un ordine di grandezza superiori rispetto al valore di fondo. L'apporto maggiore deriva dai sedimenti contaminati del Toce, ma sussistono sorgenti diffuse in tutto il bacino imbrifero, anche in virtù della grande capacità del contaminante di viaggiare nel comparto atmosferico.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione di inquinanti organici e metalli potenzialmente tossici nelle carote di sedimento del Lago Maggiore

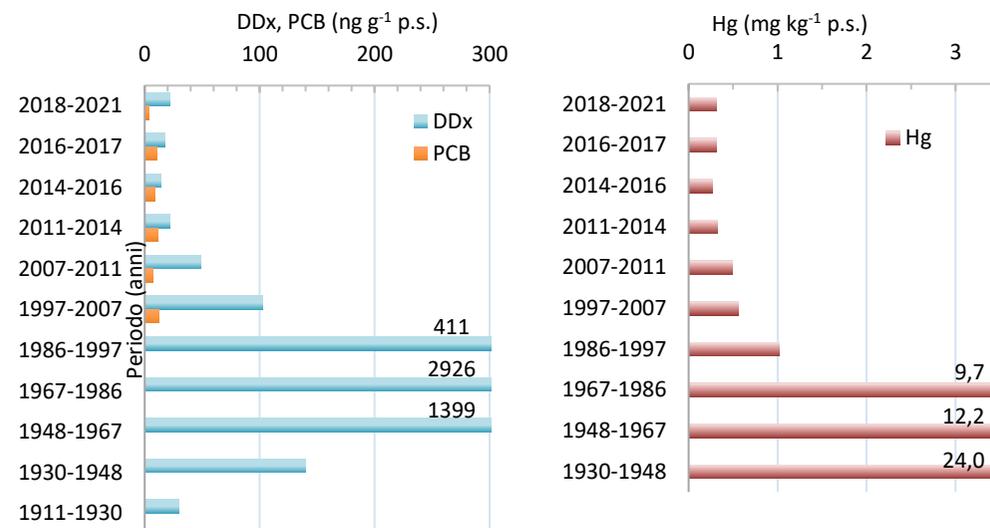


Fig. 1 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB e Hg nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (stazione B3)

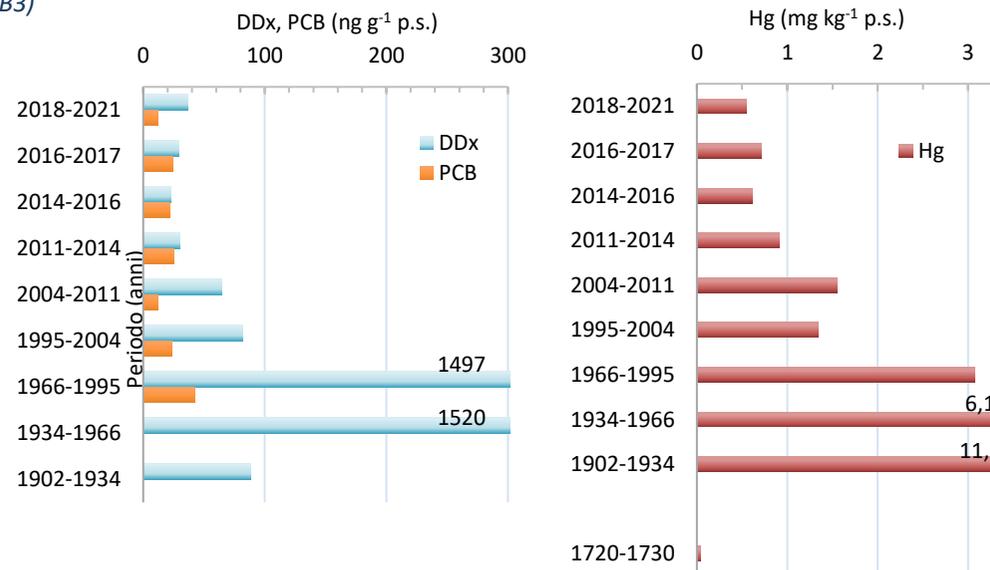


Fig. 2 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB e Hg nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati alla chiusura del bacino, in prossimità di Arona (stazione n. 28)

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Concentrazione di fragranze nei sedimenti dei tributari del Lago Maggiore

DESCRITTORE

Fragranze nei sedimenti

OBIETTIVO

Le fragranze sono sostanze emergenti che meritano una particolare attenzione. Esse rientrano nella categoria di sostanze definite come PCPs (Personal Care Products), composti eterogenei e di comune utilizzo in svariati prodotti di largo consumo. Nonostante gli enormi volumi prodotti ogni anno, attualmente non vi sono normative a livello europeo che regolamentino l'utilizzo di questi composti

STATO E TENDENZA

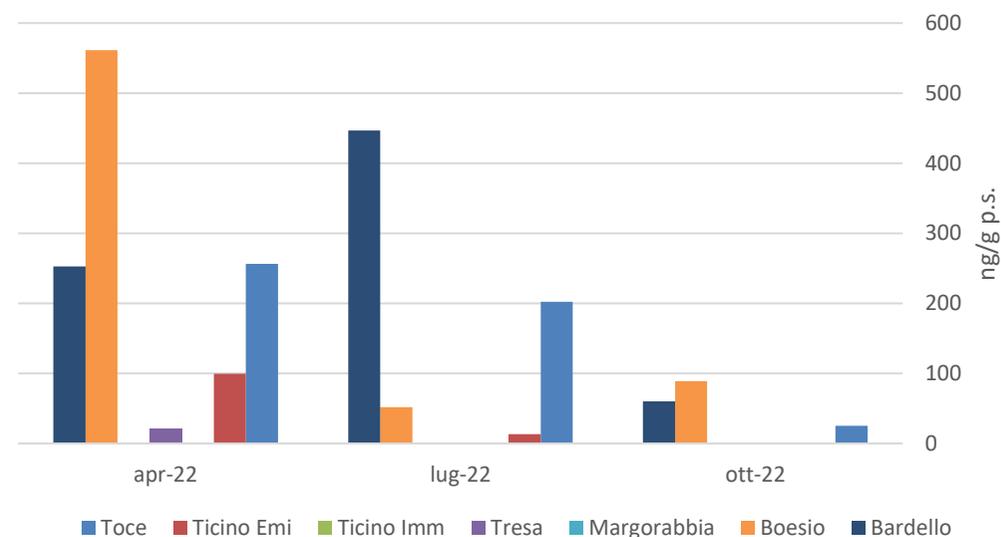
Le fragranze rientrano nella categoria di sostanze definite come PCPs (Personal Care Products), composti eterogenei e di comune utilizzo in svariati prodotti di largo consumo. Tra le fragranze sintetiche i composti di maggior utilizzo sono i muschi policiclici come Galaxolide (HHCB), Tonalide (AHTN), Celestolide (ADBI) e Phantolide (AHDI) che vengono impiegati nella produzione di profumi, saponi, prodotti per la pulizia della casa e detersivi. Queste sostanze sono rilasciate soprattutto attraverso gli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue, contribuendo così ad una significativa contaminazione ambientale, in particolare degli ecosistemi acquatici. Queste sostanze non sono ancora sottoposte a monitoraggio di routine ed è importante valutarne la presenza per poter suggerire o meno il loro inserimento nei programmi di monitoraggio nazionali e internazionali.

Le fragranze si osservano concentrazioni misurabili solo nel Toce e, soprattutto, nel Boesio e Bardello, dove raggiungono i 450-550 ng/ g p.s. Il composto prevalente è sempre l'HHCB. L'analisi di rischio preliminare, condotta per le fragranze sintetiche con l'approccio "Hazard Quotient", ha evidenziato un rischio medio per gli organismi acquatici nel fiume Boesio ad aprile 2022 e nel fiume Bardello a luglio 2022. Considerando l'HQ combinato, i sedimenti del Toce hanno sempre evidenziato un rischio basso, mentre nei sedimenti di Boesio e Bardello i valori hanno raggiunto la classe di rischio di livello medio.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Evoluzione temporale delle concentrazioni di fragranze nei sedimenti dei tributari del Lago Maggiore e del Ticino emissario

Fragranze nei sedimenti dei tributari



B1 1 USO DEL SUOLO E URBANIZZAZIONE

Ultimo aggiornamento nel 2012

Caratterizzazione delle zone urbane ricadenti all'interno dei bacini idrografici dei laghi

DESCRITTORI

CATEGORIE USO DEL SUOLO LIVELLO 2 (CORINE LAND COVER 2012)

OBIETTIVO

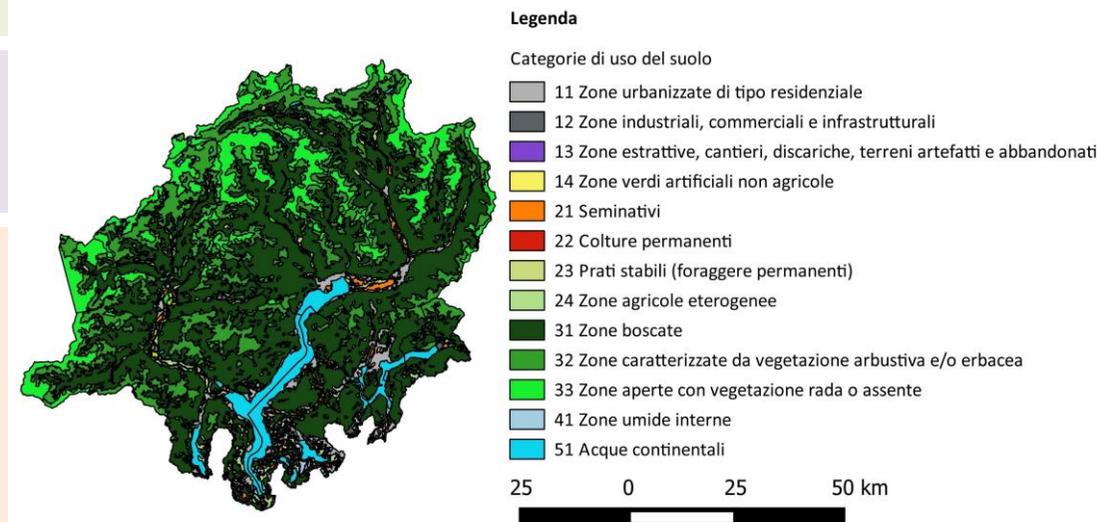
L'uso del suolo (Land Use) è un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. Questo indicatore consente di valutare nel tempo le trasformazioni che avvengono sul territorio a livello di bacino.

STATO E TENDENZA

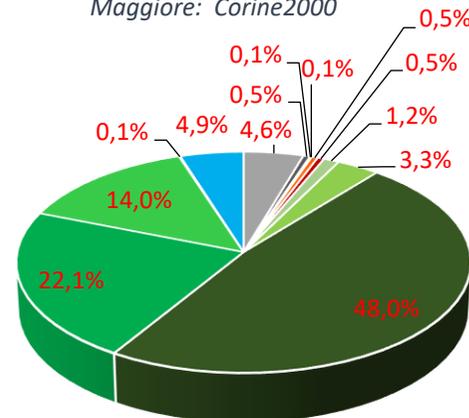
La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo, che potrebbe mantenere intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici. La stessa direttiva definisce copertura del suolo (Land Cover) la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici. Il consumo di suolo è, invece definito come una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato). I dati Corine Land Cover hanno una risoluzione decisamente non adeguata per una stima accurata del fenomeno del consumo di suolo dovuto all'urbanizzazione, considerando solo i cambiamenti di copertura del suolo di almeno 5 ettari. Per questo motivo i dati qui rappresentati sono diversi da quelli contenuti nel rapporto pubblicato da ISPRA per il suolo italiano.

Il bacino del Lago Maggiore ricade per il 49% in territorio italiano e per il 51% in quello svizzero; la tipologia di copertura del suolo prevalente è rappresentata dalle zone boscate (circa il 50%), seguono le zone a vegetazione arbustiva o erbacea, quelle aperte con vegetazione rada o assente e le acque continentali. Con percentuali inferiori al 5% si trovano le aree urbanizzate, le zone agricole ed i prati. Le tre tipologie principali a livello di bacino sono le stesse che prevalgono, anche nei territori piemontese e svizzero; quest'ultimo risulta inoltre la porzione meno antropizzata dell'intero bacino. In Lombardia, invece, alle zone boscate seguono le tipologie rappresentate dalle acque continentali e dalle zone urbanizzate di tipo residenziale. L'analisi dell'evoluzione degli usi del suolo a livello di bacino mostra differenze più marcate nella riduzione delle aree a colture permanenti dello 0,49% (classe 22, presente solo in Svizzera) e per le zone boscate (classe 31, 0,47%), mentre nel 2012 aumentano le aree destinate ai seminativi (classe 21, 0,40%) e le zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea (classe 32, 0,36%).

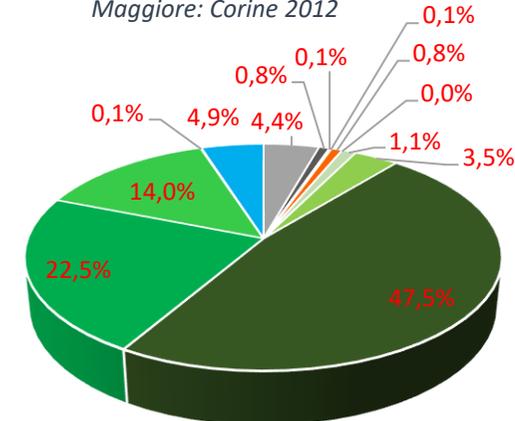
Per maggiori dettagli [Clicca Qui](#).



Uso del suolo nel bacino del Lago Maggiore: Corine2000



Uso del suolo nel bacino del Lago Maggiore: Corine 2012



- 11
- 12
- 13
- 14
- 21
- 22
- 23
- 24
- 31
- 32
- 33
- 41
- 51



B1 2 PERCORRIBILITA' FLUVIALE DELLE SPECIE ITTICHE

Ultimo aggiornamento nel 2012

Lunghezza dei tratti dei corsi d'acqua rientranti nei bacini imbriferi dei laghi utilizzabili dalla comunità ittica (senza sbarramenti)

DESCRITTORI

Percorribilità dalla foce

OBIETTIVO

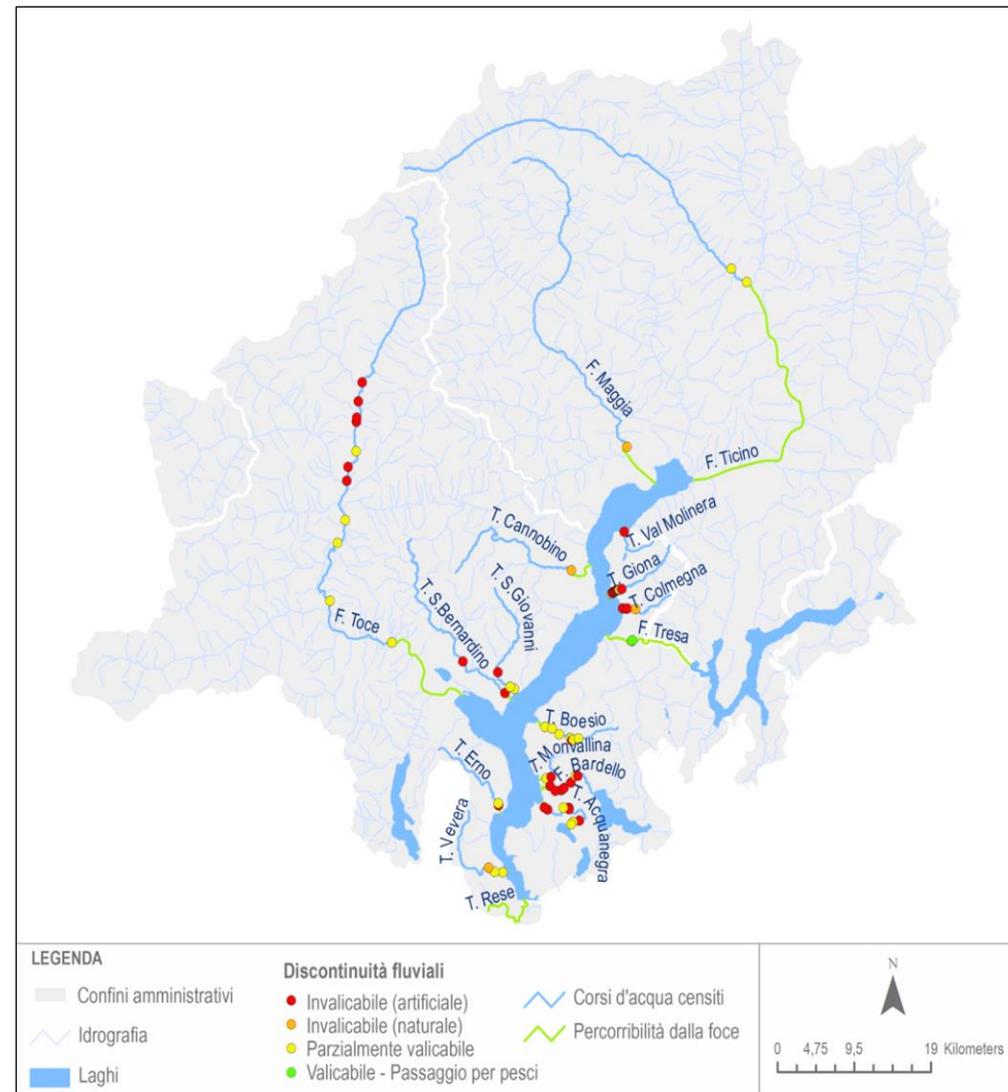
Il parametro in esame non è oggetto di un obiettivo specifico, ma al fine di migliorare lo stato di conservazione delle popolazioni ittiche nel territorio di interesse, è auspicabile considerare quale obiettivo quello di incrementare la lunghezza dei tratti percorribili dalla fauna ittica, attraverso la realizzazione di interventi di deframmentazione del corridoio ecologico fluviale.

STATO E TENDENZA

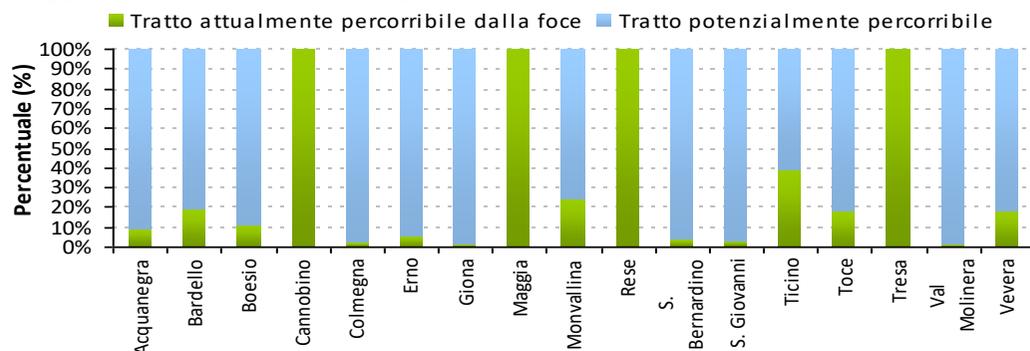
La percorribilità fluviale dei principali immissari del Lago Maggiore risulta nel complesso piuttosto compromessa. Tra i corsi d'acqua censiti al 2010, l'unico pienamente percorribile per l'intera asta fluviale era il Torrente Rese, tributario in sponda piemontese, attualmente con la realizzazione e l'attivazione della scala di risalita per pesci in corrispondenza della diga di Creva, anche il corridoio ecologico fluviale del Tresa risulta funzionale per i movimenti della fauna ittica. La piena percorribilità si riscontra inoltre nel Fiume Maggia e nel Torrente Cannobino, percorribili fino alla prima invalicabilità naturale, la cui collocazione corrisponde rispettivamente all'11% e al 14% dell'intero corso idrico. Tra i restanti tributari censiti, la situazione migliore si riscontra nel Ticino immissario, pienamente percorribile dalla foce per oltre 35 km, corrispondenti a quasi il 40% dell'intero tratto prelacuale; ad esso seguono il T. Monvallina, che presenta la sua prima invalicabilità parziale a circa 1,5 km dalla foce, il F. Bardello, percorribile per 2,4 km dalla foce, il F. Toce, pienamente percorribile per il 17% del suo corso, e il T. Boesio, pienamente percorribile dalla foce per l'11% del suo intero percorso. Le condizioni di maggiore criticità si riscontrano nei torrenti Colmegna, Giona e Val Molinera, tributari in sponda lombarda, percorribili per poche decine di metri dalla foce. In termini di invalicabilità complessive lungo l'asta fluviale, il numero maggiore di discontinuità è stato censito sul Torrente Giona (15 in tutto), seguito dal Fiume Toce (11), dal Torrente Acquanegra (9), dal Fiume Bardello e dal Torrente Boesio (7).

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Carta delle discontinuità e della percorribilità fluviale nei principali immissari del Lago Maggiore - stato al 2013. Si evidenzia la piena percorribilità del Fiume Tresa, condizione raggiunta nel 2013 con l'attivazione del passaggio per pesci in corrispondenza della diga di Creva



Percentuale di percorribilità dalla foce nei principali tributari del Lago Maggiore (nel caso di Maggia, Cannobino, Vevera e Colmegna la percorribilità potenziale termina con un ostacolo naturale)



B3 1 ELEMENTI CHIMICO - FISICI

Macrodescrittori che definiscono la qualità dei corsi d'acqua in relazione ai nutrienti e all'ossigenazione

DESCRITTORI

Indice LIMeco, Sistema Modulare Graduato SMG

OBIETTIVO

La legislazione svizzera non prevede l'applicazione dell'indice LIMeco (Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori per lo stato ecologico, introdotto dal D.M. 260/2010), ma in base al SMG (Sistema Modulare Graduato) descritto nel manuale «*Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, 2010*», vengono definite 5 classi di qualità (da livello 1 equivalente a ottima a livello 5 pari a scadente) per alcuni parametri chimico-fisici significativi, tra cui fosforo totale, l'azoto ammoniacale, nitriti, nitrati e COD, che riprendono le esigenze qualitative espresse nell'OPAc. Per una valutazione globale della qualità del corso d'acqua, il manuale indica di utilizzare la classe peggiore degli elementi valutati. L'obiettivo da perseguire consiste nel raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato almeno «buono» per ciascun corpo idrico superficiale secondo entrambi gli indici.

STATO E TENDENZA

I corsi d'acqua compresi nel bacino del Lago Maggiore di cui si dispone dei valori di LIMeco calcolati dalle ARPA nel 2022 sono i t. Acquanegra, Boesio, Giona, Margorabbia, Colmegno, Bardello, Bolletta, Solda, Cuccio, Tresa e Telo d'Osteno nella Lombardia; in Piemonte il fiume Toce in 4 stazioni.

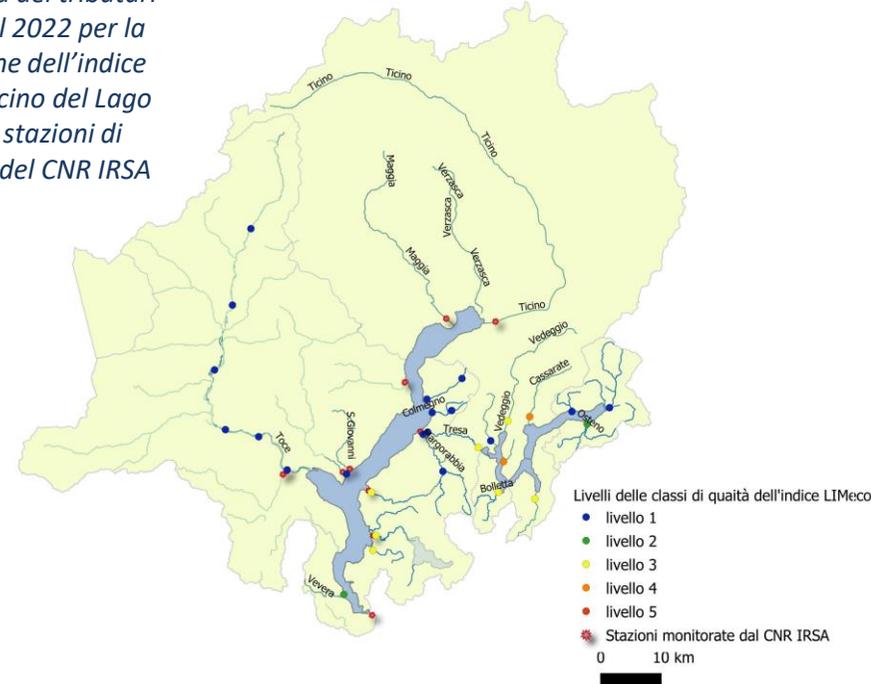
Di questi corsi d'acqua non raggiungono lo stato almeno «buono» il torrente Acquanegra, F. Bardello, F.Boesio e Rio Bolletta che ricadono in classe sufficiente (livello 3), pertanto rispetto all'obiettivo prefissato, lo stato attuale si caratterizza con il raggiungimento dello stato almeno «buono» per l'indice LIMeco solo per il 76% delle stazioni monitorate dalle ARPA nel 2022.

Nel 2022 sono stati monitorati i tributari svizzeri del Lago di Lugano, per i quali non sono disponibili i dati dell'indice LIMeco, ma i corsi d'acqua vengono classificati in base al SMG (vedi Pannello di Controllo del Lago di Lugano).

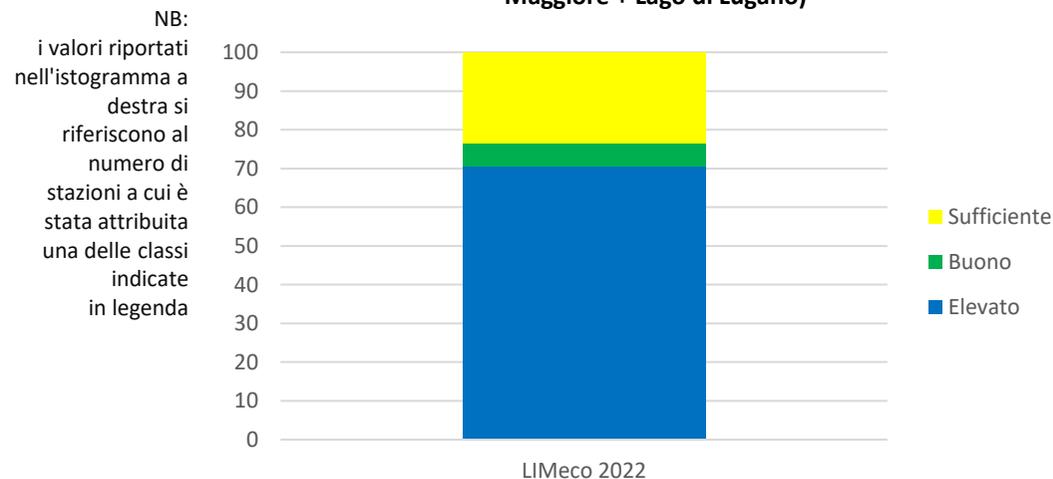
In figura sono indicate le stazioni di monitoraggio e il relativo stato di qualità calcolato nel 2022 secondo l'indice LIMeco, inoltre sono mostrate le stazioni di campionamento utilizzate dal CNR, che effettua i campionamenti in ambito CIP AIS, i cui i dati sono raccolti nel relativo rapporto annuale.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Classi di qualità dei tributari monitorati nel 2022 per la determinazione dell'indice LIMeco nel Bacino del Lago Maggiore e stazioni di monitoraggio del CNR IRSA



Ripartizione delle classi di LIMeco nel 2022 (Bacino del Lago Maggiore + Lago di Lugano)



Obiettivo
100% dei corsi d'acqua in classe di qualità almeno "Buona"



Stato attuale



B3 2 MACROINVERTEBRATI BENTONICI

Indice del benessere delle comunità macrobentoniche basato sulla presenza e sulle caratteristiche delle comunità rilevate

DESCRIPTORI

STAR_ICMi, Metodo IBCH

OBIETTIVO

La legislazione svizzera non prevede l'applicazione dell'indice STAR_ICMi (Metodo di Intercalibrazione per i macroinvertebrati per lo stato ecologico, introdotto dal D.M. 260/2010), ma in base al SMG (Sistema Modulare Graduato) descritto nel manuale «*Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, 2010*», vengono definite dei metodi che consentono di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua, sulla base dell'analisi di comunità biologiche, tra i quali sono compresi i macroinvertebrati. I valori dell'indice per i macroinvertebrati IBCH sono ripartiti in 5 classi di qualità (da ottimo a scadente) che riprendono le esigenze qualitative espresse nell'OPAC. L'obiettivo da perseguire consiste nel raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato almeno «buono» per ciascun corso d'acqua secondo entrambi gli indici.

STATO E TENDENZA

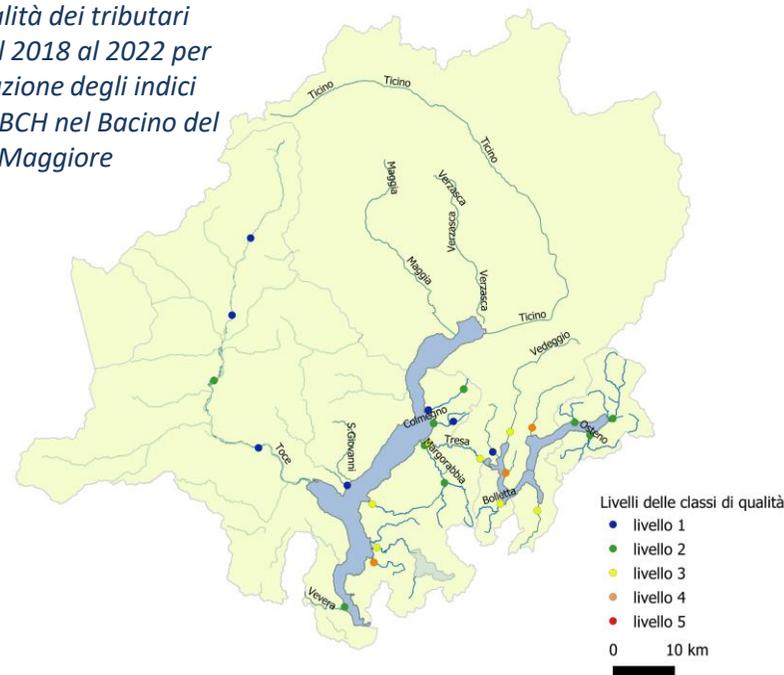
Lo Stato Ecologico è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, stabilita attraverso il monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi chimici e fisico-chimici a sostegno e degli elementi idromorfologici a sostegno. Tra gli elementi biologici vengono monitorati i macroinvertebrati, per i quali il metodo di classificazione è costituito dal Sistema MacOper, che prevede l'applicazione dell'indice STAR_ICMi. L'indice biologico IBCH consente una determinazione approssimativa dello stato biologico di un corso d'acqua sulla base degli invertebrati acquatici.

Nel 2022 l'indice Star_ICMi è stato calcolato per i tributari del Lago Maggiore da Arpa Lombardia presso le stazioni di monitoraggio del torrente Giona (2 stazioni) e del f. Bardello; ARPA Piemonte ha eseguito i campionamenti dei macroinvertebrati presso le 4 stazioni sul fiume Toce.

Esaminando i dati pregressi raccolti dalle ARPA per l'intero bacino del Lago Maggiore dal 2018 al 2022, dei 19 corsi d'acqua monitorati per la componente macrobentonica, i fiumi Boesio, Bardello, Tresa (Luino), Acquanegra e Bolletta non raggiungono l'obiettivo «Buono» ([Clicca qui per aprire la tabella](#)).

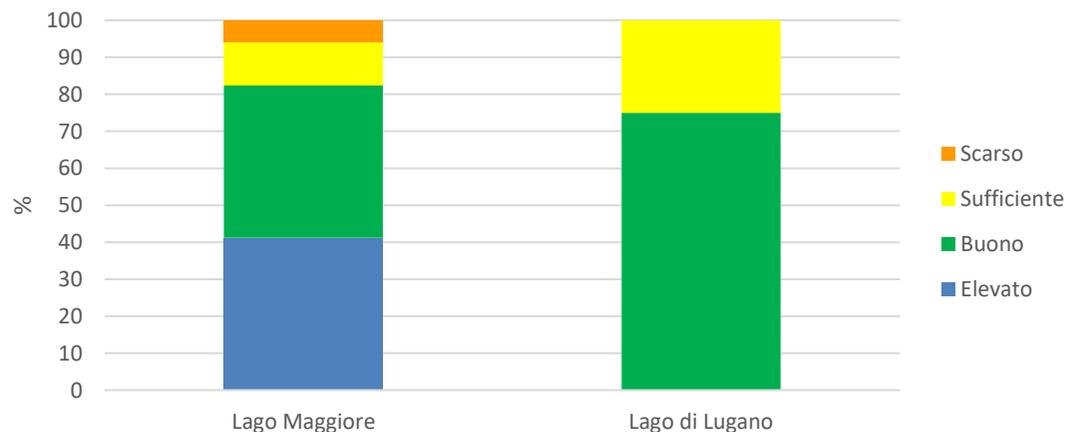
Nel 2022 non risulta rispettato l'obiettivo definito dalla CIP AIS, poiché solo l'81% dei corsi d'acqua monitorati dal 2018 al 2022, compresi i tributari del Lago di Lugano, raggiunge lo stato buono.

Classi di qualità dei tributari monitorati dal 2018 al 2022 per la determinazione degli indici STAR_ICMi e IBCH nel Bacino del Lago Maggiore



Attribuzione delle classi di qualità STAR_ICMi alle stazioni di monitoraggio dei tributari del Lago Maggiore e del Lago di Lugano (2018 -2022) e dell'indice IBCH nel Lago di Lugano (dati 2017)

Ripartizione delle classi STAR_ICMi al 2022



Obiettivo: 100% dei corsi d'acqua in classe almeno «Buona»

Stato attuale



B4 2 STATO DELLE OPERE DI RISANAMENTO

Distribuzione dei servizi di depurazione; è definito attraverso la quantificazione delle diverse tipologie di trattamento depurativo presso gli impianti di depurazione con capacità autorizzata di progetto ≥ 2000 AE.

DESCRITTORI

*Tipologia di trattamento degli impianti di depurazione con capacità autorizzata ≥ 2000 AE
Popolazione trattata in AE*

OBIETTIVO

In prospettiva futura questo indicatore permetterà di valutare l'adozione di tecnologie più performanti ai fini dell'abbattimento non solo dei nutrienti ma anche, per esempio, dei microinquinanti.

STATO E TENDENZA

Nel bacino del Lago Maggiore, che comprende anche quello del Lago di Lugano, nel 2022 sono presenti 49 impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE. Di questi, 23 impianti sono ubicati in territorio lombardo, compreso quello di Sesto Calende; l'impianto di Cocquio Trevisago è stato dismesso a fine 2021 per collettamento all'impianto di Besozzo. In Piemonte sono confermati 14 impianti, mentre in territorio elvetico si contano 12 IDA considerando anche gli impianti di Lostallo e Messocco (San Bernardino) nel Cantone dei Grigioni. Nell'intero bacino del Lago Maggiore sono presenti 7 impianti con capacità autorizzata maggiore di 50.000 AE, di cui i più importanti in termini di AE serviti sono in Canton Ticino con l'impianto di Bioggio, che recapita nel fiume Vedeggio, con una popolazione trattata di 126.416 AE trattati nel 2022 e in Lombardia il depuratore di Gavirate con una popolazione trattata di 97.501 AE.

Il calcolo del carico trattato può variare nelle diverse unità territoriali: in Piemonte il carico totale trattato è riferito alla somma dei carichi (civili + fluttuanti + industriali + bottini); in Lombardia la popolazione trattata è calcolata dagli uffici d'ambito, utilizzando le metodologie illustrate nell'allegato A al RR 6/19; in Svizzera il carico trattato è determinato secondo OPAC seguendo le raccomandazioni dell'Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque (VSA) e comprende i carichi civili, artigianali e industriali trattati nell'impianto di depurazione.

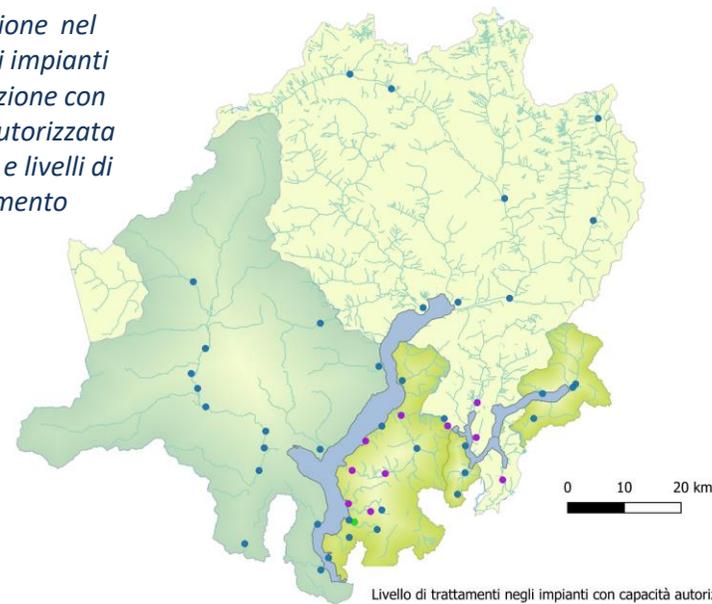
In generale, la parte lombarda del bacino del Lago Maggiore è caratterizzata da un territorio limitato (circa il 12% del totale), su cui insiste una densità di impianti a potenzialità medio-alta con livello di trattamento terziario avanzato maggiore rispetto al Piemonte e alla Svizzera.

A settembre 2021 è stato messo in esercizio lo stadio di trattamento terziario di filtrazione delle acque di scarico depurate presso il depuratore di Giubiasco. Ad Airolo è in corso la progettazione di un nuovo impianto di depurazione. Una volta realizzato, il vecchio impianto verrà dismesso. Nel 2025 inizieranno i lavori di rinnovo e potenziamento dell'impianto di depurazione di Biasca.

Per quanto riguarda il livello di trattamento, nel bacino del Lago Maggiore si raggiunge il livello di trattamento terziario avanzato in 10 depuratori, mentre l'unico impianto caratterizzato da un livello secondario di trattamento è quello di Brebbia Paù (VA).

Per livello di trattamento terziario avanzato sono considerati essenziali la defosfatizzazione chimica e la post-denitrificazione.

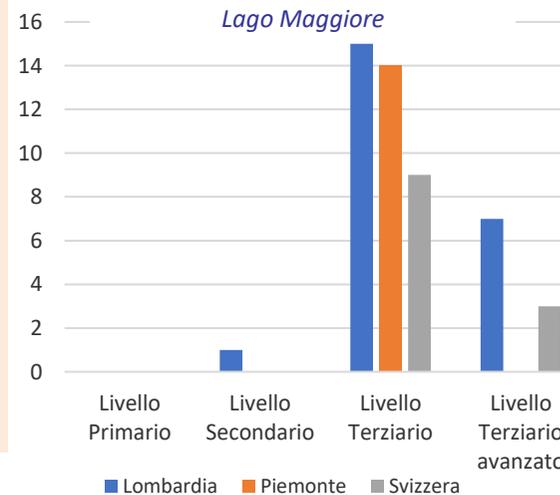
Distribuzione nel 2022 degli impianti di depurazione con capacità autorizzata ≥ 2000 AE e livelli di trattamento



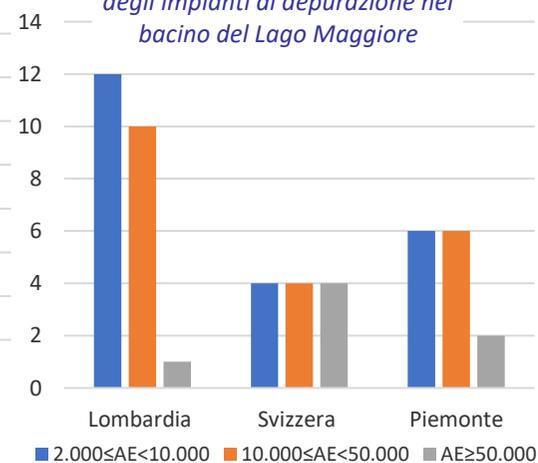
Livello di trattamenti negli impianti con capacità autorizzata > 2000 AE

- Secondario
- Terziario
- Terziario avanzato

Livello di trattamento nel 2022 negli impianti di depurazione del bacino del Lago Maggiore



Distribuzione nelle classi di potenzialità autorizzata nel 2022 degli impianti di depurazione nel bacino del Lago Maggiore





B4 3 FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DEPURAZIONE

Efficienza di abbattimento del carico di fosforo

PARAMETRI

Fosforo, Azoto, BOD5, COD, Solidi Sospesi
Efficienza depurativa

OBIETTIVO

L'indicatore permette di verificare che le efficienze depurative si mantengono comunque al di sopra dell'80%, valore che ha portato il lago a livelli trofici corrispondenti all'oligotrofia.

STATO E TENDENZA

Considerando l'intero bacino del Lago Maggiore, che comprende anche il bacino del lago di Lugano, le percentuali di abbattimento medio dei nutrienti calcolate nel 2022 negli impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE sono del 97% per il BOD, 95% per il COD e 90% per il fosforo Totale. L'apporto di fosforo da tutti gli impianti con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE presenti nell'intero bacino è circa 41,8 t/a (circa 7,6 t/a in meno rispetto all'anno precedente), di cui circa 7,06 t/a provenienti dal bacino del Lago di Lugano.

Considerando gli apporti al Lago Maggiore, derivante dalle immissioni dei depuratori nei corsi d'acqua direttamente afferenti al Lago, il carico di fosforo totale dagli impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE è di circa 34,8 t/a. In particolare nel 2022 nel territorio lombardo (non considerando il bacino del Lago di Lugano) i carichi di fosforo recapitati a lago in uscita dai depuratori indicano un apporto di 12,3 t/anno complessive, con l'abbattimento del fosforo dell'87%, per un totale di 292.600 AE trattati (impianti con capacità autorizzata superiore a 2000 AE).

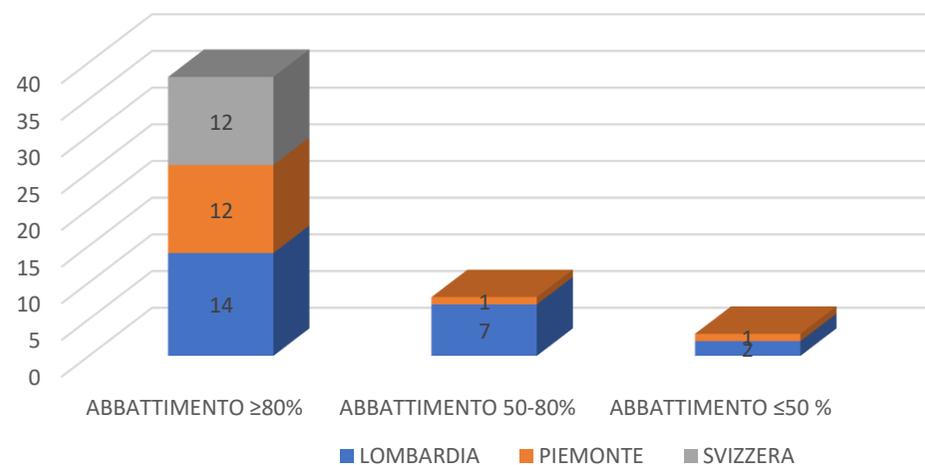
Per quanto riguarda il Piemonte, nel 2022 l'apporto complessivo di fosforo totale dei depuratori con capacità autorizzata > 2.000 AE (231.044 AE trattati) è risultato circa 14,2 t/anno. L'abbattimento di fosforo in uscita dagli impianti di depurazione è circa dell'87%.

Infine, l'apporto complessivo di fosforo al lago dal territorio svizzero (escluso il bacino del Lago di Lugano) è di circa 8,3 t/anno, considerando una popolazione trattata di 168.235 abitanti equivalenti; l'abbattimento del fosforo totale è stato del 93% circa.

Considerando l'intero bacino idrografico del Lago Maggiore, compreso il Lago di Lugano, generalmente in tutte le tipologie di impianti i parametri BOD, COD e Solidi Sospesi sono abbattuti almeno all'80%, mentre per l'azoto e il fosforo totale i valori di abbattimento sono più variabili, in un range tra circa il 76% e 94% per il fosforo totale e tra il 64% e 81% per l'azoto totale (per visualizzare i grafici [clicca qui](#)).

Nei grafici a lato sono mostrate le percentuali di abbattimento del fosforo totale riferite al numero di impianti presenti nel bacino del lago Maggiore (grafico sopra) e in riferimento alla percentuale di abitanti equivalenti trattati a seconda delle classi di potenzialità autorizzata. Il 78% degli impianti offre un abbattimento almeno dell'80% del fosforo totale per l'89% degli abitanti equivalenti trattati (Potenzialità autorizzata di riferimento).

N° di impianti del Bacino del Lago Maggiore con capacità autorizzata ≥ 2000 AE riferito alle classi di abbattimento del P tot



Percentuali di AE trattati per classi di potenzialità autorizzata in riferimento alle percentuali di abbattimento del P tot

