

PANNELLO di CONTROLLO

Sullo stato e sull'evoluzione delle acque del Lago Maggiore



Il documento è stato redatto a cura del Segretariato Tecnico della CIPAIS

ANNO 2024

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 2023: aspetti limnologici	6
Quadro Ambientale del 2023: sostanze pericolose	7
Quadro Ambientale del 2023: 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
<i>L4 2: Microinquinanti nell'ecosistema lacustre:</i>	
DDT, PCB, IPA, PBDE, Hg, sedimenti, fragranze, plastiche	35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43
Comparto: Bacino idrografico	
<i>Tematica: Antropizzazione e uso del territorio e delle risorse naturali</i>	
B1 1: Uso del suolo	44
B1 2: Percorribilità fluviale da parte delle specie ittiche	45
<i>Tematica: Ecologia e biodiversità</i>	
B3 1: Elementi chimico – fisici	46
B3 2: Macroinvertebrati bentonici	47
<i>Tematica: Inquinamento delle acque</i>	
B4 2: Stato delle opere di risanamento	48
B4 3: Funzionamento degli impianti di depurazione	49

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 2023 degli indicatori, raffrontati con l'obiettivo di riferimento.

L1 2 Zone Balneabili (%)
Piemonte



L1 2 Zone Balneabili (%)
Lombardia



L1 2 Zone Balneabili (%)
Svizzera



L2 3 Massima profondità di mescolamento (m)



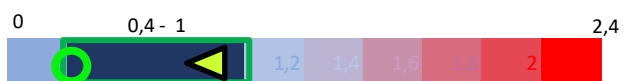
L3 4 Trasparenza (m)



L3 5 Clorofilla (µg/L)



L3 6 Fitoplancton (biovolume medio annuo mm³/L)



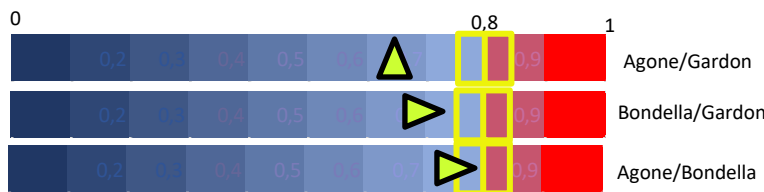
L3 6 Fitoplancton focus (% cianobatteri)



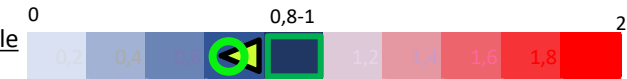
L3 7 Biomassa delle popolazioni zooplanctoniche (% rotiferi)



L3 8 Dieta e competizione delle specie ittiche per le risorse alimentari (α)



L3 10 Carbonio Organico Totale (mg/L)



L3 12 Concentrazione media di azoto e Fosforo (µg P/L)



L3 13 Concentrazione dell'Ossigeno di fondo (mg O₂/L)



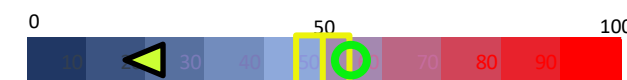
L3 15 TEP (µg C/L)



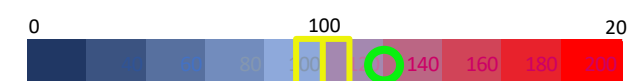
L4 1 Carico di Azoto e Fosforo Totale in ingresso al lago (t P/a)



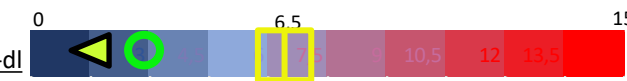
L4 2 Microinquinanti nell'ecosistema lacustre (DDT µg/kg in pesci con p.l <5%)



L4 2 Microinquinanti nell'ecosistema lacustre (DDT µg/kg in pesci con p.l >5%)



L4 2 Microinquinanti nell'ecosistema lacustre (PCB-dl µg/kg)



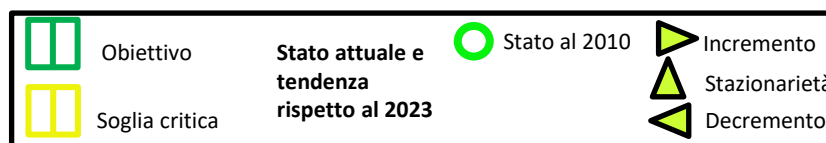
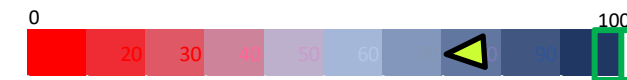
L4 2 Microinquinanti nell'ecosistema lacustre (Hg µg/kg)



B3 1 Elementi chimico - fisici(%)



B3 2 Macroinvertebrati bentonici(%)



Nel triennio **2022-2024** il Lago Maggiore ha vissuto condizioni climatiche molto variabili, con due anni estremamente secchi (soprattutto il 2022) e un anno, il 2024, particolarmente piovoso. Le **piogge** cadute all'interno del bacino del Lago Maggiore per l'anno 2024 sono state sopra la media dei due periodi di riferimento di circa il 20%. Stagionalmente solo l'estate ha fatto registrare valori inferiori alla media di riferimento. Per quanto riguarda i deflussi si vede molto bene l'influenza delle piogge del 2024 sia sui valori massimi che su quelli minimi di **portata** dei principali immissari del lago. Si ritrova la doppia ciclicità, due massimi nel periodo tarda primavera-autunno e due minimi inverno-estate, tipici dell'areale del Lago Maggiore. La **temperatura** media annuale del bacino del Lago Maggiore nel triennio 2022-2024 è risultata superiore di 1,4°C rispetto a quella del periodo di riferimento; la tendenza dell'indice SAI, valutata dal 1991 al 2024, sia per la temperatura minima, che per quella massima, è risultata sempre in aumento. Le analisi dei dati di temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto e conducibilità, ottenuti dai campionamenti nel sito di Ghiffa, hanno mostrato che la massima **profondità di mescolamento** invernale è stata di 60 m. È l'undicesimo anno di fila in cui l'omogeneizzazione della colonna d'acqua non supera i 100 m. L'alta temperatura dell'aria invernale (6,7 °C contro una media pluriennale 1999-2023 di 4,26 °C) e la bassa velocità del vento (1,3 m s⁻¹ contro una media pluriennale di 1,43 m s⁻¹) sono state le principali cause di questa situazione. Nel 2024 il contenuto di calore del Lago Maggiore è stato leggermente inferiore a quello del 2023, ma i valori estivi restano tra i più alti della serie storica. Negli strati più profondi, la **concentrazione di ossigeno** resta bassa (< 4 mg/L), segno di mancanti rimescolamenti. La stabilità di Schmidt mostra mediamente un trend crescente, così come i suoi minimi annuali, rilevati a fine inverno, indicando crescente difficoltà nel mescolamento delle acque. Il valore minimo annuo della stabilità di Schmidt del 2024 è più alto di quello del 2023 e distante da quelli registrati negli anni in cui si è verificata l'omogeneizzazione completa del lago. Nel 2024 si è osservata una ulteriore diminuzione dell'**ossigeno** disciolto, che ha raggiunto i valori minimi della serie storica: in particolare nello strato profondo (al di sotto dei 200 m) a dicembre sono stati misurati circa 2,5 mg/L corrispondenti al 21% di saturazione. Dopo una fase di sostanziale stabilità nel periodo 2017-2022, nell'ultimo biennio l'ossigeno ha ripreso a diminuire e i valori appaiono ormai stabilmente al di sotto dei 4 mg/L e del 30% di saturazione. Anche se questi valori caratterizzano per il momento una porzione limitata della massa d'acqua lacustre, il volume di lago interessato da basse concentrazioni di ossigeno è destinato ad aumentare: si è osservato ad esempio come il volume % interessato da valori al di sotto di 6 mg/L, considerato uno degli obiettivi di qualità in ambito CIPAIIS, sia passato dal 5% circa agli attuali valori prossimi al 30%. Il 2024 ha confermato anche l'accumulo dei nutrienti, in particolare **fosforo e silice**, nelle acque profonde, sempre a causa dell'isolamento di queste ultime dagli strati superficiali; questa tendenza determina inoltre un lieve ma progressivo incremento dei valori medi annui sulla colonna d'acqua che, nel caso del fosforo totale, nel triennio 2022-24, sono stati pari 13,5 µg P/L (14,4 µg P/L alla circolazione tardo invernale). Le acque superficiali presentano una tendenza opposta, con caratteristiche marcatamente oligotrofe a causa del mancato rifornimento alla circolazione. La **silice** presenta andamenti analoghi a quelli del fosforo, legate all'idrodinamica lacustre, mentre nel caso dell'azoto le variazioni temporali appaiono maggiormente legate agli apporti esterni, in particolare alle deposizioni atmosferiche. La

trasparenza media annua nel 2024 è diminuita rispetto al biennio precedente, principalmente a causa dei bassi valori registrati in periodi caratterizzati da elevate precipitazioni che portano ad un aumento della torbidità delle acque; nel complesso i valori medi si mantengono comunque prossimi o superiori a 7 m. Nel 2024 i **carichi di nutrienti** dal bacino sono risultati superiori alla media di lungo periodo e nel caso del fosforo hanno superato il valore di 200 t P a⁻¹, a causa degli elevati afflussi che hanno caratterizzato questo anno. Nel complesso i carichi di nutrienti, pur mostrando un'elevata variabilità interannuale legata all'idrologia, si mantengono comunque stabili.

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. La composizione fitoplanctonica registra una inflessione di diatomee e cianobatteri mentre le crisoficee restano più stabili.

Nel triennio 2022-2024, **TOC e TEP** hanno mostrato una generale stabilità, con il TEP caratterizzato da picchi leggermente inferiori rispetto al 2019-2020 e da variazioni stagionali più accentuate nei mesi caldi. La clorofilla-a ha evidenziato picchi più contenuti rispetto al triennio precedente. I batteri hanno dato il loro maggiore contributo al TOC nei mesi caldi, anche se non sono disponibili dati per confronti con gli anni precedenti. Relativamente alle schiume, le analisi hanno rivelato che queste contengono concentrazioni più elevate di TOC, TEP, clorofilla-a e batteri potenzialmente patogeni rispetto all'acqua circostante, sottolineando il loro possibile ruolo ecologico e sanitario e la necessità di un monitoraggio continuo.

I dati del 2024 relativi all'**indice di sovrapposizione della nicchia trofica** tra agone, coregone bondella e gardon, sono in linea con quanto evidenziato negli anni precedenti pur in presenza di variazioni annuali significative attribuibili alla diversa distribuzione delle tre specie ittiche lungo la colonna d'acqua e, con tutta probabilità, alle variazioni dell'intensità con cui le specie si alimentano durante i rispettivi periodi riproduttivi. I valori medi si attestano tuttavia al di sotto della soglia di 0,80, che può essere ritenuta significativa per identificare una competizione per le risorse alimentari.

Lo studio sui **geni di resistenza agli antibiotici** ha mostrato forti variazioni tra gli anni, legate a fattori come l'aumento del turismo post-COVID, i cambiamenti climatici e modifiche nei sistemi fognari.

Nel complesso, i dati raccolti confermano l'influenza crescente dei fattori climatici estremi sulle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del Lago Maggiore.

In generale, il **triennio 2022-2024** è stato caratterizzato da livelli di contaminazione generalmente crescenti nel tempo per tutte le matrici ambientali indagate, per effetto di un aumento della piovosità a partire dalla primavera 2023, dopo il periodo di estrema siccità registrato nel 2021-2022. I livelli nel **2024**, un anno caratterizzato da abbondanti precipitazioni, restano comunque contenuti.

- **sedimenti del Ticino emissario:** le concentrazioni di DDX, PCB, IPA e PBDE nei sedimenti sono risultate al di sotto di soglie di rischio per gli organismi acquatici calcolate come Q-PEC. Gli IPA, legati prevalentemente a combustione incompleta di biomasse, segnano il minimo storico dei valori. Cu, Cd, Pb, As, Ni e Hg mostrano valori in linea con quelli rilevati nel 2020, per effetto delle abbondanti precipitazioni, ma inferiori alle soglie di rischio (PEC). DBDPE e HBCD sono < LOQ. I trend negli ultimi 30-20 anni mostrano una generale diminuzione dei livelli di contaminazione, indice di una progressiva decontaminazione del bacino. Per i metalli, il confronto con i trend nei sedimenti lacustri (carota 28) confermano l'origine prevalentemente geogenica per As e Ni, e valori di Cu, Pb, Cd e Hg in significativo decremento, anche se ancora superiori al background.

- **molluschi:** le analisi di bivalvi *Unio* hanno mostrato concentrazioni di DDX basse in tutte le stazioni, con una prevalenza di p,p'-DDD, indice che l'origine va ricercata nel rilascio dai sedimenti di una contaminazione residua. Si osservano nuovi apporti di p,p'-DDT solamente a Baveno, una delle stazioni risultate maggiormente contaminate anche per il Hg. Il trend storico del DDX dal 1996 evidenzia una progressiva diminuzione, intervallata da picchi legati principalmente a eventi idrologici intensi. I PCB registrano un lieve aumento nel 2024 rispetto al 2022-2023, per effetto dell'incremento di precipitazioni, ma nell'ambito della serie storica disponibile si evidenzia un trend in decremento, così come osservato per i PBDE, che, nonostante il netto calo nel tempo, restano comunque superiori allo Standard di Qualità Ambientale (SQAbiota), una soglia molto bassa. Gli IPA raggiungono i minimi storici nel 2024 e sono legati prevalentemente a origine pirogenica (da combustione di biomasse), contrariamente ai picchi osservati nel 2015 e 2023, riconducibili a origine petrogenica (da idrocarburi).

- **zooplancton:** lo zooplancton presenta concentrazioni contenute di PCB, Hg totale, MeHg e DDX totali, anche se per questi ultimi emerge sempre la presenza del composto parentale p,p'-DDT. La biomassa di zooplancton è risultata molto limitata in primavera, per effetto delle abbondanti piogge, che hanno determinato un abbassamento delle temperature delle acque epilimniche: queste dinamiche, oltre alla diversa composizione tassonomica stagionale, hanno determinato l'assenza dell'atteso picco primaverile nello stock (repository) di contaminanti accumulati nel comparto zooplanctonico, coincidente con il periodo di massima predazione da parte dei pesci pelagici. Si osserva invece il picco estivo. La percentuale di MeHg sul Hg totale è risultata in media del 45%. Tutti i contaminanti mostrano un andamento decrescente nell'ultimo decennio.

- **pesci campionati nel lago:** nel 2024 non sono stati evidenziati per agoni, coregoni e gardon superamenti degli SQAbiota per i DDX totali e per i PCB, mentre per tutti i campioni restano estesi superamenti degli SQAbiota per i PBDE e per il Hg che, per gli agoni di taglia piccola, è rappresentato per il 100% da MeHg. I trend dal 2008 mostrano che i DDX, nonostante una

progressiva diminuzione, non sono ancora stabilmente inferiori allo SQAbiota, in quanto si sono osservati superamenti nel 2022 e 2023, indice della permanenza di sorgenti residuali. Anche per il mercurio le concentrazioni sono in lento decremento nel tempo, ma vengono periodicamente osservati dei picchi, come, ad esempio, nel 2022 e 2023. I PCB sono invece inferiori allo SQAbiota dal 2008 per i congeneri indicatori e dal 2013 per i dioxin-like. I PBDE sono in netto calo, soprattutto dopo il 2020. HBCD e DBDPE sono < LOQ.

- **sedimenti dei tributari:** il Toce si caratterizza per la contaminazione da DDX totali, tra cui prevale il composto parentale, con un picco nel 2022, da Hg, Cd e Cu, ma con valori al di sotto delle soglie di rischio (PEC e/o TEC). Si evidenzia anche un picco di As a luglio 2024, ascrivibile ad apporto di sedimenti dalla Valle Anzasca. I PCB, PBDE (con il composto più tossico BDE-209 prevalente) e IPA mostrano le concentrazioni massime nel Bardello, seguite dal Boesio, anche se restano inferiori alle soglie di PEC. Il Bardello si caratterizza anche per concentrazioni significative di Cd e Cu, superiori alle soglie di TEC, e di Pb, confermando il ruolo di questo fiume nell'apporto di contaminanti a lago. HBCD e DBPDE sono sempre < LOD. I trend temporali mostrano nell'ultimo ventennio un calo di tutti i contaminanti di origine antropica. Tra gli elementi in traccia, Cu, Cd e Hg sono ancora al di sopra dei livelli di background, soprattutto in Bardello, Boesio e Toce, confermando quanto osservato nei sedimenti del Ticino emissario e del lago.

- **pesci campionati nei tributari:** le concentrazioni di DDX, PCB e Hg sono superiori nel cavedano, che si alimenta nel benthos, rispetto a quelle nella trota, che vive maggiormente nella colonna d'acqua, e mostrano un aumento evidente nel triennio 2022-2024, probabilmente per effetto dell'aumentata piovosità. Il trend dal 2017-2018 è in aumento per questi analiti, mentre è in netta diminuzione per i PBDE. I DDX mostrano i valori più elevati nel Toce rispetto al Boesio, sia per i cavedani, in cui prevale il DDD, probabilmente rilasciato dai sedimenti, che per la trota, per la quale si evidenzia una percentuale non trascurabile di DDT. I cavedani del Toce superano lo SQAbiota per i DDX, mentre tutti i campioni superano lo SQAbiota per il Hg e per i PBDE. Quest'ultima classe di composti mostra valori simili nei due tributari.

- **sedimenti e macroinvertebrati del Toce:** DDX e Hg hanno registrato valori leggermente più bassi rispetto al 2023, sia nei sedimenti che negli organismi, probabilmente per apporto di sedimenti non contaminati a seguito di eventi piovosi intensi. Nonostante le basse concentrazioni, entrambi i contaminanti mostrano concentrazioni più elevate nei siti a valle di Pieve Vergonte, e presenza del DDT parentale, rispetto ai siti a monte. Nel macrobenthos a valle, inoltre, si registrano per i DDX valori di BSAF > 10 e per il MeHg picchi di concentrazione e di percentuale sul Hg totale (>50%), dimostrando il permanere di una significativa biodisponibilità dei contaminanti accumulati nei sedimenti. Nell'ultimo decennio non si apprezzano trend in significativa diminuzione per i DDX, e si evidenziano picchi nel 2017 e 2023. Per il mercurio sembra delinearsi un trend decrescente dal 2020.

Le ricerche concluse nel 2024 si sono focalizzate su due temi principali: **l'effetto delle microplastiche** nella rete trofica del lago e lo **studio degli organismi delle zone litorali**.

Lo studio delle **microplastiche**, particelle sintetiche con dimensioni comprese tra 1 mm e 1 µm, 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. Nel corso del **2022** sono stati eseguiti campionamenti mensili della superficie del lago mediante trascinamento del retino Manta-net lungo un transetto perpendicolare all'asse del bacino, lungo la traiettoria tra Ghiffa (VB) e Caldè (VA).

I **livelli di plastica** misurati nei diversi mesi evidenziano una grande eterogeneità della contaminazione, con valori di circa 13 volte maggiori a dicembre (57.692 plastiche/km²) rispetto a settembre (4.375 plastiche/km²). I dati sono coerenti con misurazioni ottenute in numerosi laghi campionati in diversi Paesi a livello mondiale e confrontabili ai dati pregressi disponibili per il L. Maggiore. Dai risultati medi stagionali, si suggerisce l'inverno come stagione preferenziale in cui eventualmente eseguire un unico campionamento per un monitoraggio routinario, in quanto è innanzitutto l'unica stagione dove è stata osservata un'estrema omogeneità dei dati tra i tre mesi considerati (gennaio, febbraio, marzo).

Nel corso del **2022**, in corrispondenza dei campionamenti dell'acqua superficiale dei mesi da marzo a novembre, sono stati raccolti anche campioni della **colonna d'acqua da 0 a 50 metri** di profondità, presso la stazione di Ghiffa. L'analisi dei **campioni di colonna** ha evidenziato la presenza di plastiche in tutte le date di campionamento con concentrazioni variabili da un minimo di 0,12 plastiche/m³ a giugno fino ad un massimo di 0,25 plastiche/m³ a novembre. L'andamento delle concentrazioni delle plastiche nella colonna d'acqua è risultato molto simile, per ordine di grandezza ed andamento, a quello delle plastiche galleggianti sulla superficie. Le tipologie più frequentemente riscontrate sono state frammenti e fibre, con percentuali simili, intorno al 40-50%, in tutti i campionamenti, fatta eccezione per agosto e settembre, che hanno evidenziato una netta prevalenza, rispettivamente, di frammenti e di fibre. I film sono stati rilevati in quattro dei cinque campionamenti effettuati, mentre le microsfele sono state riscontrate solo in due casi.

Questi risultati confermano quanto già anticipato dall'analisi dei campioni di acqua superficiale, in quanto anche nella colonna d'acqua le plastiche più comuni sono **fibre o frammenti irregolari**, a sottolineare l'importanza delle fonti secondarie (sgretolamento di frammenti più grandi) e degli scarichi domestici nell'inquinamento del L. Maggiore. Le concentrazioni trovate però, molto simili a quelle riscontrate in superficie, sottolineano l'importanza della valutazione anche di questo comparto per avere una reale stima della presenza complessiva di plastiche nel bacino lacustre.

Nel corso del **2022**, in concomitanza con i campionamenti dell'acqua superficiale effettuati da marzo a novembre, sono stati prelevati esemplari di **coregone** mediante la posa di reti nelle acque antistanti l'abitato di Ghiffa. 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 investigare i meccanismi che ne influenzano l'ingresso nella catena alimentare. La tipologia delle plastiche rinvenute nel tratto ⁷

gastrointestinale dei pesci riflettono quelle presenti in ambiente, mentre la frequenza di ingestione si è mostrata più proporzionale alla torbidità dell'acqua rispetto alla concentrazione delle plastiche in acqua o all'abbondanza di prede. Nessuna microplastica è stata rinvenuta nel fegato e filetto degli stessi pesci. Per quantificare le plastiche eventualmente presenti nei tratti digestivi dello **zooplancton**, insieme alle retinate per la quantificazione delle plastiche presenti nella colonna d'acqua sono state effettuate anche retinate con retini da 450 µm per isolare individui adulti di zooplancton, le prede dirette dei coregoni.

In conclusione, è da sottolineare il fatto che l'inquinamento da plastica osservato nel 2022 nel Verbano è 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 indagare la distribuzione di specie di specie non native, in particolare tre specie di gamberi invasivi e una di briozoo di recente segnalazione, completando nel 2024 l'identificazione delle specie ritrovate. Per quanto riguarda ***Pacifastacus leniusculus*** e ***Pectinatella magnifica***, qualora dovessero superare il confine svizzero, costituirebbero la prima segnalazione per l'Italia: finora, infatti, entrambe le specie non sono mai state riscontrate né in corsi d'acqua né in laghi o stagni del territorio nazionale. Nel corso del 2024 è stata effettuata la valutazione delle biomasse dei microinvertebrati rinvenuti in ***euarenal*** e ***hygroarenal***. In quanto consumatori primari, la meiofauna influenza i processi degli ecosistemi lacustri riducendo la microfauna e stimolando l'attività microbica attraverso il pascolo moderato, la bioturbazione e l'escrezione. La meiofauna non è solo strettamente legata al livello trofico più basso, ma costituisce anche una fonte alimentare importante per vertebrati e invertebrati di dimensioni maggiori. Un'ulteriore caratteristica della meiofauna è la sua capacità di colonizzare rapidamente gli habitat, come i nuovi ***periphyton*** in espansione, e di far fronte a una vasta gamma di condizioni ecologiche. In base a queste considerazioni, l'***hygroarenal*** del Lago Maggiore sembra avere minori funzionalità ecologiche rispetto all'***euarenal***, con particolare riferimento alle stazioni di Sesto calende e Bolle di Magadino.

In aggiunta, sono stati portati avanti **esperimenti di microcosmo** e sono stati sviluppati metodi riguardanti il monitoraggio di specie non-native tramite **DNA ambientale**. Da questi risultati risulta evidente che un massivo rilascio di **eDNA** è necessario per il suo rilevamento mediante real-time PCR. Infatti, anche in uno spazio confinato come il mesocosmo, il rilascio di feci e altro materiale biologico da parte degli esemplari (seppur di piccola dimensione) non ha dato risultati apprezzabili nelle altre repliche e condizioni.

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

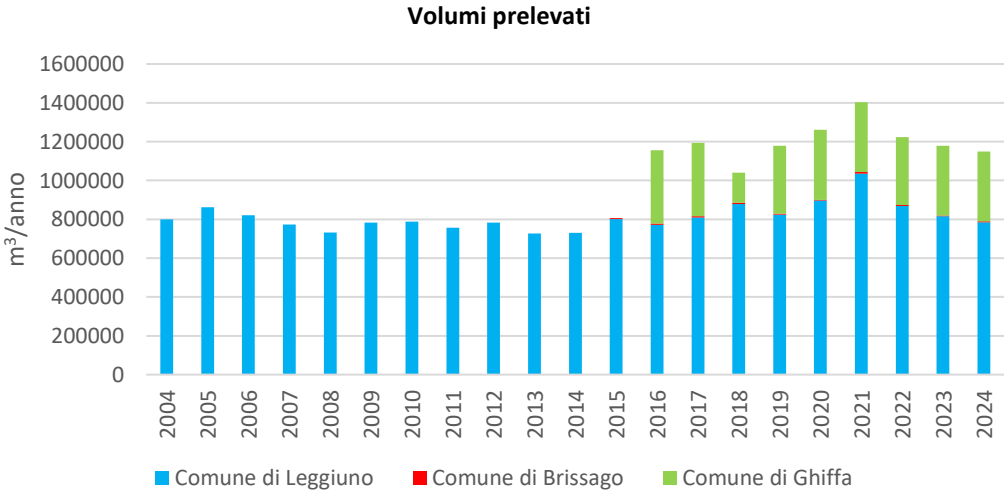
STATO E TENDENZA
Il prelievo ad uso potabile nel Lago Maggiore è effettuato in 3 località: nel comune di Ghiffa in Piemonte, nel Comune di Leggiuno in Lombardia e nel Comune di Brissago in Canton Ticino. Complessivamente nel 2024 i volumi di captazione nel Lago Maggiore sono diminuiti di circa il 2,5% rispetto all’anno precedente, con un volume totale pari a 1.149.753 m³. In particolare la riduzione ha interessato l’impianto di potabilizzazione di Leggiuno (VA), con circa il 4% circa in meno rispetto al 2023. A Brissago si è invece registrato un aumento del 41% del volume captato. 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 2024 (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 2024 e tipologia di trattamento effettuato negli impianti di potabilizzazione

Punto Prelievo	Portata in concessione (L/s)	Volumi prelevati (m³/a)	Tipologia trattamento
Leggiuno (VA)	30	783.930	Pre-clorazione, filtri a sabbia, post-clorazione
Ghiffa – Villa Volpi (VB)	12	360.000	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	5.823	Ozonizzazione, ultrafiltrazione, irraggiamento UV



L1 2 ZONE BALNEABILI

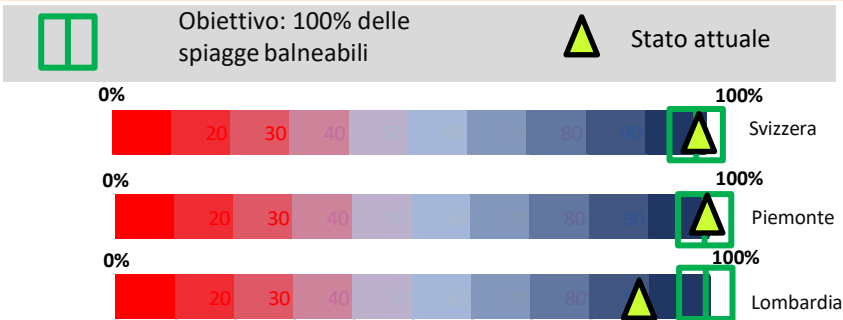
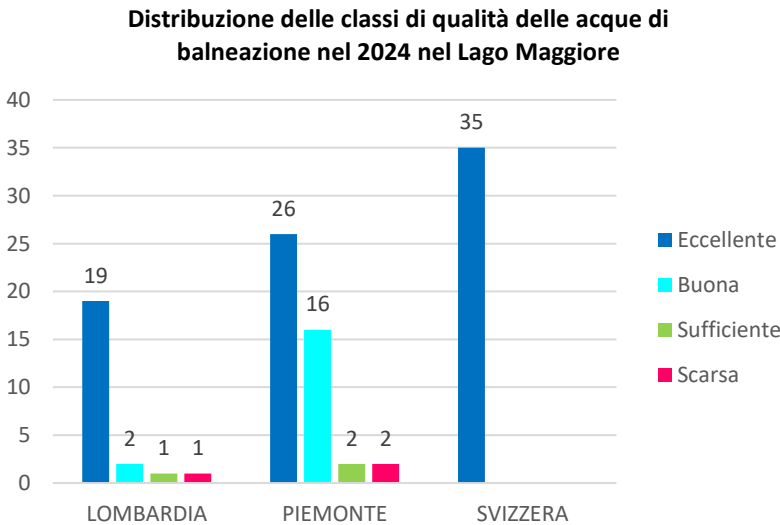
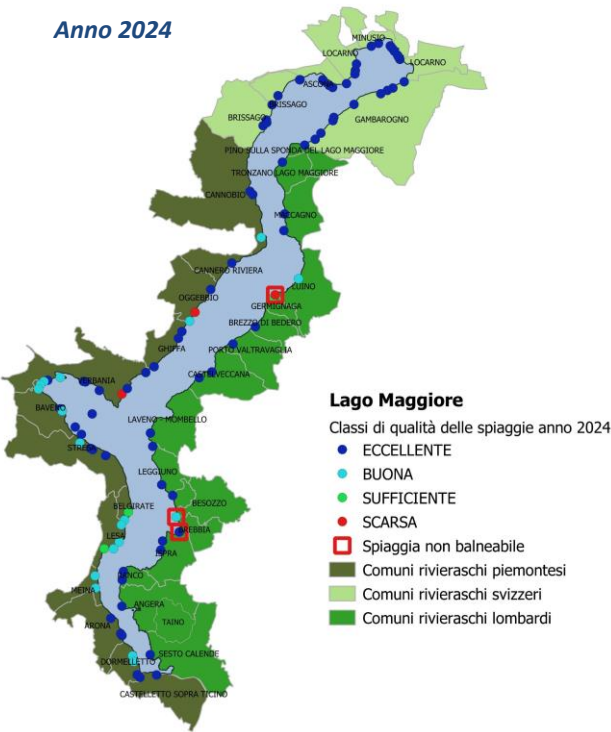
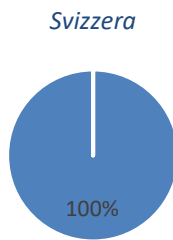
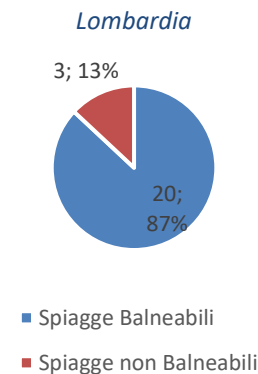
Tratti costieri considerati balneabili in riferimento alla qualità batteriologica delle acque

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 2024 sono risultate balneabili tutte le spiagge monitorate del Lago Maggiore ad eccezione delle spiagge di Germignaga, Brebbia Sabbie d'oro e International camping Ispra, quest'ultima classificata dal 2023. Dei 104 punti monitorati per la balneazione presenti sul Lago Maggiore, nel 2023 risultano 80 spiagge in classe di qualità «eccellente», 18 sono in classe «buona», 3 in «sufficiente», 3 con qualità «scarsa» nei comuni di Baveno, Ghiffa 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 2024



L1 4 PESCATO

Caratterizzazione del *pescato professionale*

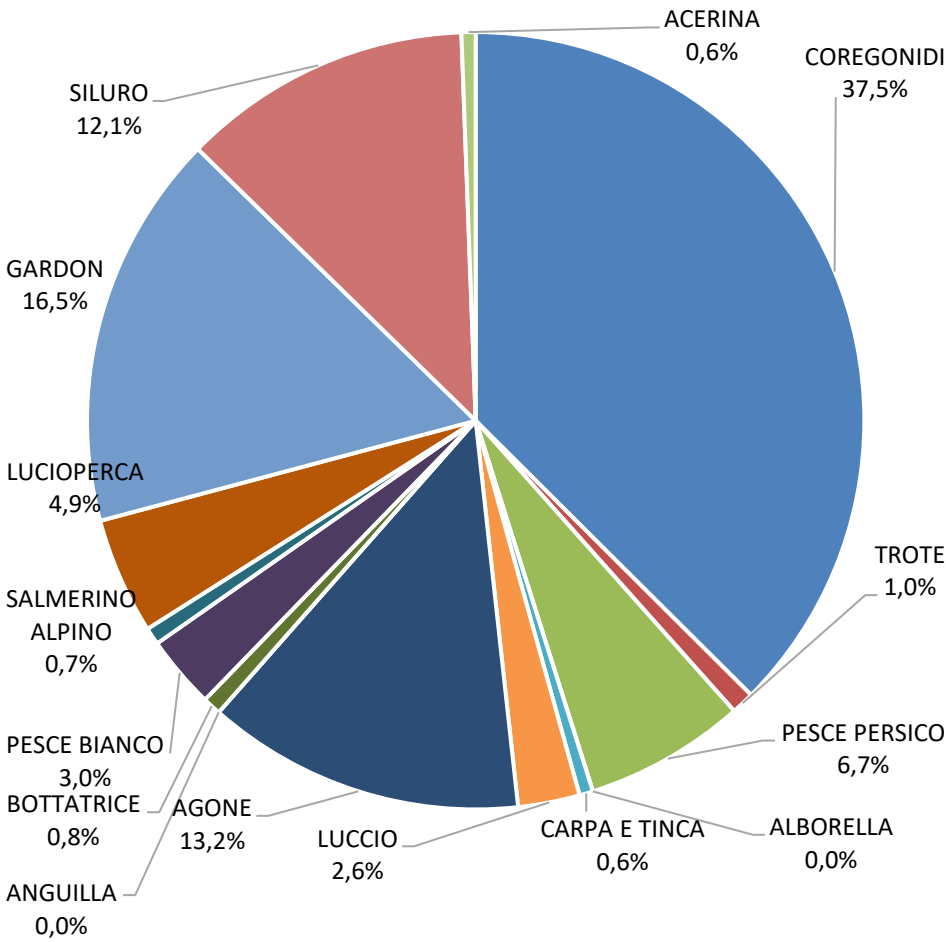
DESCRITTORI
Pescato professionale

OBIETTIVO
L'obiettivo principale ai fini della conservazione del patrimonio ittico consiste nella tutela delle specie autoctone e degli ambienti acquatici; in particolare, la CIPAIS 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.

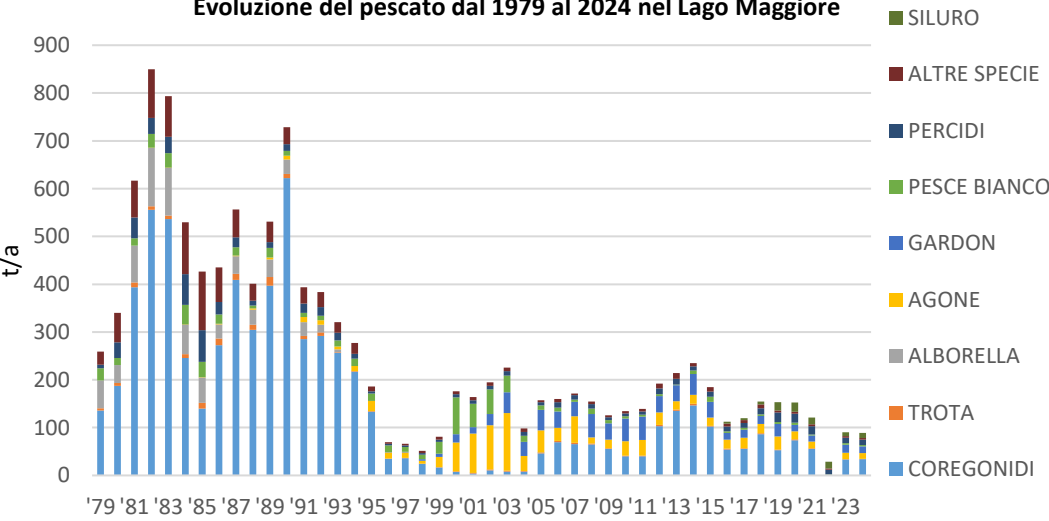
STATO E TENDENZA
Nel 2024 il pescato effettuato con attrezzi professionali nel Lago Maggiore, comprensivo di quanto dichiarato dai pescatori professionisti e dagli utilisti dei diritti esclusivi di pesca, è stato pari a 88,9 tonnellate di cui circa 32,7 tonnellate in Svizzera e le restanti 56,2 tonnellate in Italia. Le specie che contribuiscono maggiormente al pescato sono: i coregonidi con 33,0 tonnellate (37,9%), il gardon con 20,6 tonnellate (20,6%), l'agone con 12,0 tonnellate (13,5%), il siluro con 10,81 tonnellate (12,2%), il pesce persico con 5,7 tonnellate (6,4%) e il lucioperca con 4,2 tonnellate (4,7%). Di minore importanza sono il luccio (2,2 t, 2,5%), le trote (0,8 t, 0,9%), il salmerino alpino (0,65 t, 0,8%), la bottatrice (0,69 t, 0,8%), carpa e tinca (0,5 t, 0,6 %) e acerina (0,53 t, 0,6%). Infine il pesce bianco (cavedano, scardola, pigo) contribuisce con circa 3,1 tonnellate (3,5%).
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 2024

PESCATO PROFESSIONALE DEL LAGO MAGGIORE NEL 2024



Evoluzione del pescato dal 1979 al 2024 nel Lago Maggiore



L1 5 POTENZIALE DI VALORIZZAZIONE DELLE RIVE

Ultimo aggiornamento nel 2018

DESCRIPTORI

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

OBIETTIVO

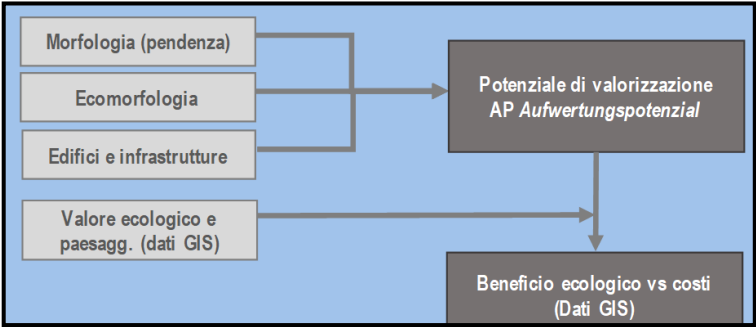
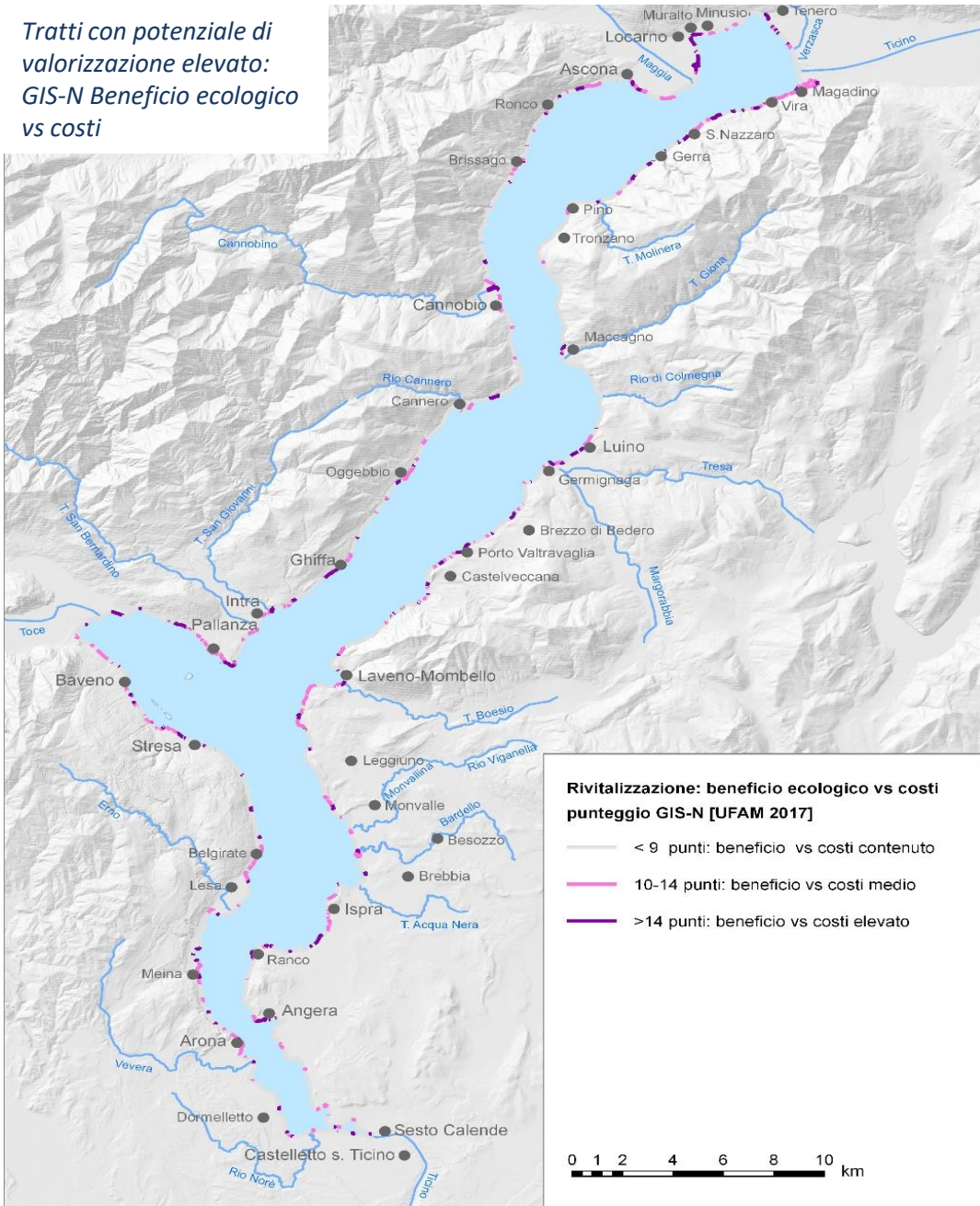
Ripristinare e rinaturalizzare i tratti rivieraschi compromessi, ovvero i tratti che attualmente presentano dei deficit ecomorfologici, è un obiettivo esplicito del Piano d’azione CIPAIS del Lago Maggiore e del Lago Ceresio. Lo studio del potenziale di valorizzazione naturalistica delle rive lacustri 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).

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

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 CIPAI S 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 ciclopeditoni, 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.

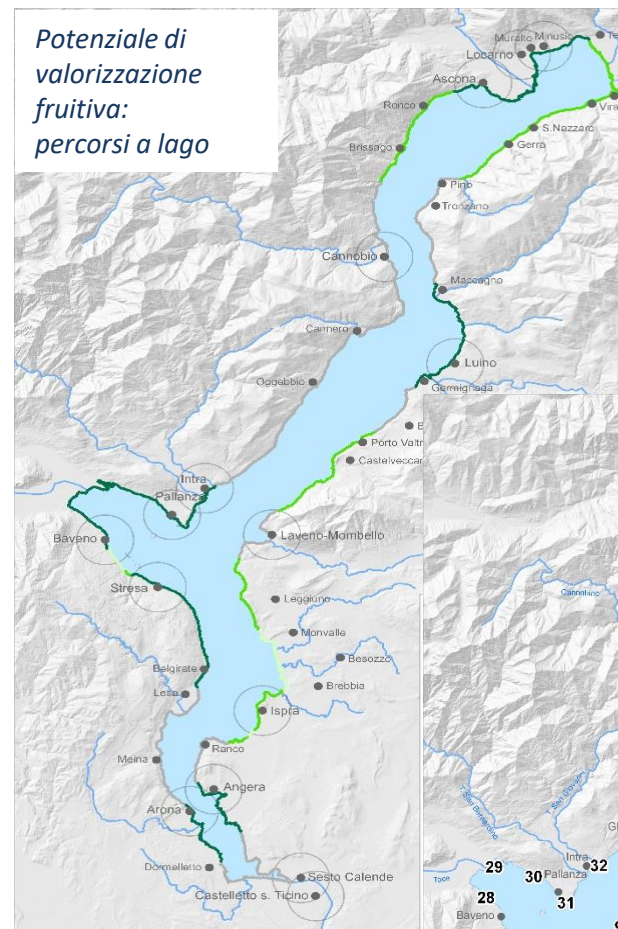
Sulla base di queste cartografie è stato possibile verificare la presenza di deficit di percorribilità e fruizione, e valutarne il potenziale di miglioramento con un'analisi tratto per tratto. Nella definizione del potenziale è stata conferita priorità ai percorsi che collegano i centri urbani a zone 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 ricucitura 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.



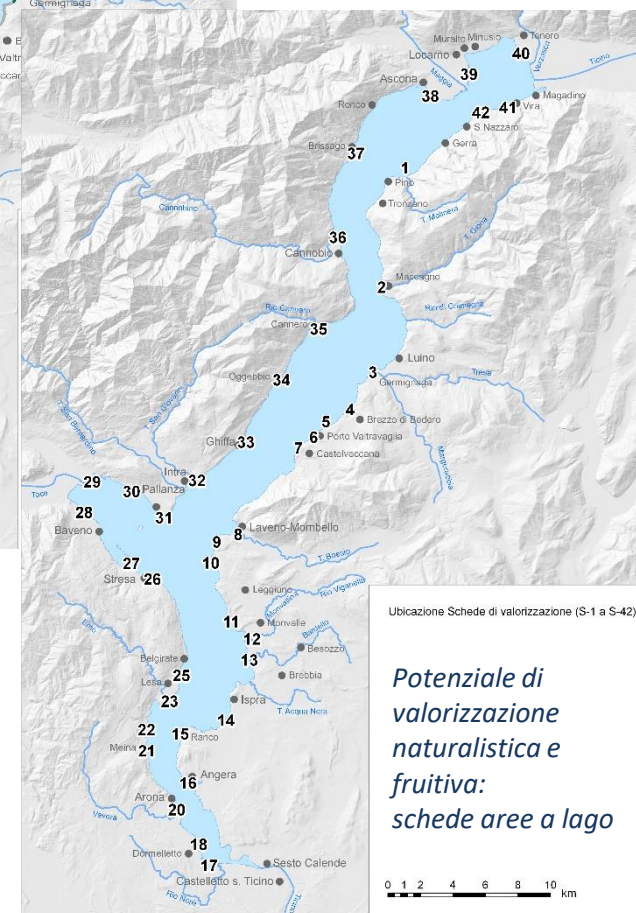
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Potenziale di
valorizzazione
fruitiva:
percorsi a lago



Percorribilità - proposta interventi (CIPAI S 2018)

- 1 - tratto con interventi prioritari
- 2 - tratto con interventi di seconda priorità
- 3 - tratto con interventi di terza priorità
- nessun intervento proposto
- Prossimità grandi centri urbani (>5'000 ab.)



Potenziale di
valorizzazione
naturalistica e
fruitiva:
schede aree a lago

0 1 2 4 6 8 10 km

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 quelli estremi che possono dare origine a fenomeni di esondazione. Tenuto conto di quanto detto in precedenza, in figura 1 si riportano i dati di livello mensile del lago per l'anno 2024, unitamente a quelli medi mensili del periodo di riferimento 1952-2023.

Come si evince dalla figura 1, il livello del lago si è mantenuto sopra i valori di riferimento per tutto l'anno raggiungendo i valori di riferimento a settembre, per poi mantenersi nuovamente sopra tali valori. Questo andamento è in parte dovuto alle abbondanti precipitazioni dei mesi di marzo, maggio, settembre e ottobre e in parte alla nuova regola di gestione dei livelli. Il valore massimo assoluto è stato raggiunto il 1° aprile, pari a 195,44 m s.l.m. e il valore minimo assoluto il 4 settembre pari a 193,16 m s.l.m.

Guardando i dati giornalieri si può dire che il livello del lago è stato regolato intorno al valore del nuovo limite di regolazione (194,35 m s.l.m.) già dal 23 febbraio. Date le abbondanti precipitazioni primaverili il livello è stato regolato con il nuovo limite fino alla fine di luglio quando, sia per le poche piogge estive che per le esigenze agricole, ha iniziato ad abbassarsi fino a raggiungere il minimo il 4 settembre.

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

Andamento medio mensile dei livelli del lago

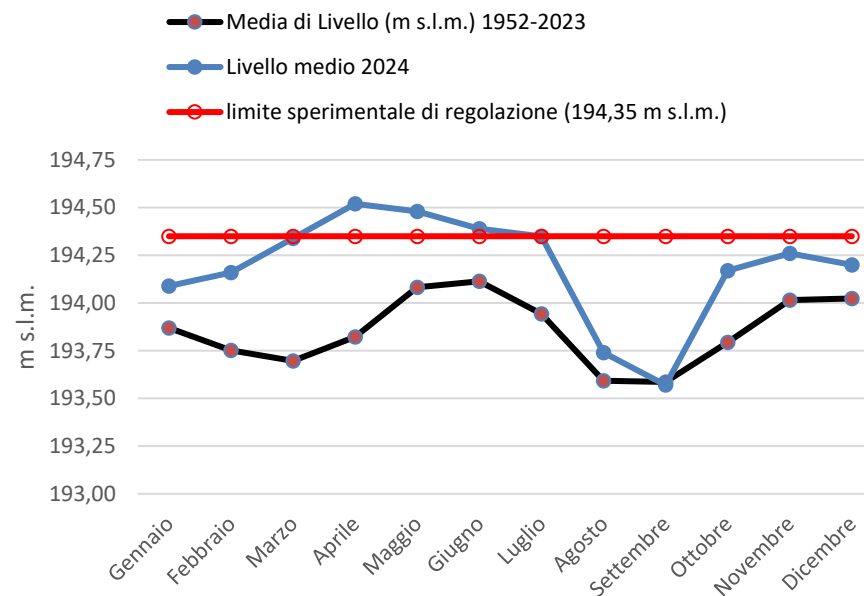


Figura 1 – Andamento medio mensile dei livelli del Lago Maggiore per l'anno 2024 (linea blu) e per il periodo di riferimento 1952-2023 (linea nera).

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

DESCRIPTORI

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, le indagini condotte nell'ambito delle attività del CIP AIS a partire dal 1979 evidenziano un incremento significativo della temperatura dell'acqua sia nell'epilimnio che nell'ipolimnio, con potenziali implicazioni ecologiche ancora in fase di valutazione.

I grafici inerenti l'andamento storico delle temperature, qui a lato, evidenziano un incremento 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 scalda 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. Le temperature estive hanno superato i 24 °C in anni eccezionalmente caldi come il 2003, il 2006 e il 2022, con un massimo storico di 24,17 °C registrato nell'estate del 2022. Nell'anno 2024, il valore massimo rilevato nel mese di agosto è stato pari a 22,10 °C, risultando inferiore rispetto al picco assoluto della serie storica.

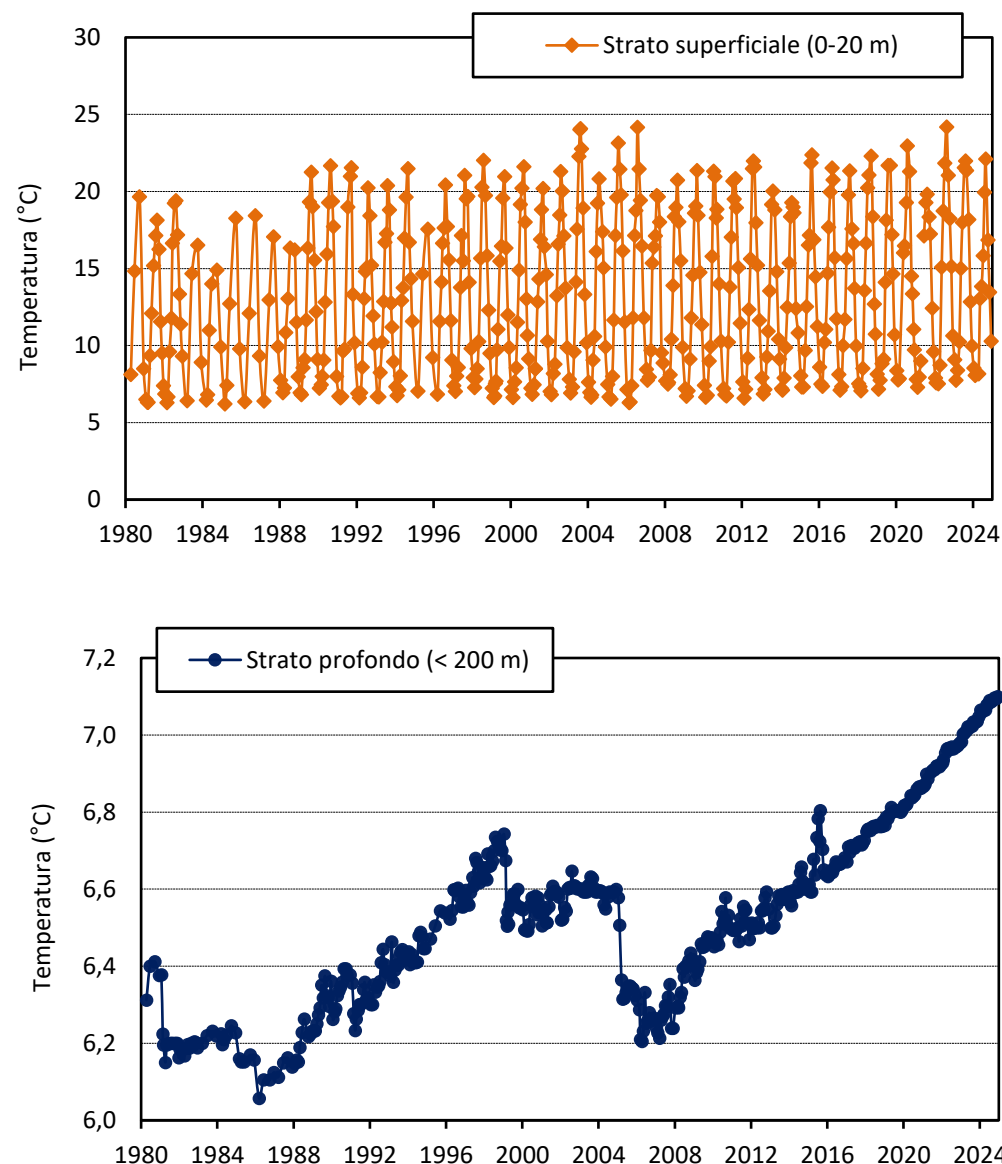
Le temperature dello strato profondo mostrano il tipico andamento a "dente di sega", con dei periodi che presentano un chiaro trend in aumento, seguiti da diminuzioni improvvise di temperatura, che si hanno in corrispondenza di eventi di mescolamento. E' interessante notare che, a partire dall'anno 2006, 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 2024 le temperature in profondità sono state sempre superiori a 7,0 °C, stabilendo un record per le temperature dello strato più profondo.



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

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

Andamento della temperatura media delle acque dal 1980 al 2024 con riferimento allo strato superficiale e allo strato profondo (in basso)



L2 3 MASSIMA PROFONDITÀ DI MESCOLAMENTO

Profondità di rimescolamento delle acque lacustri

DESCRIPTORI

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.

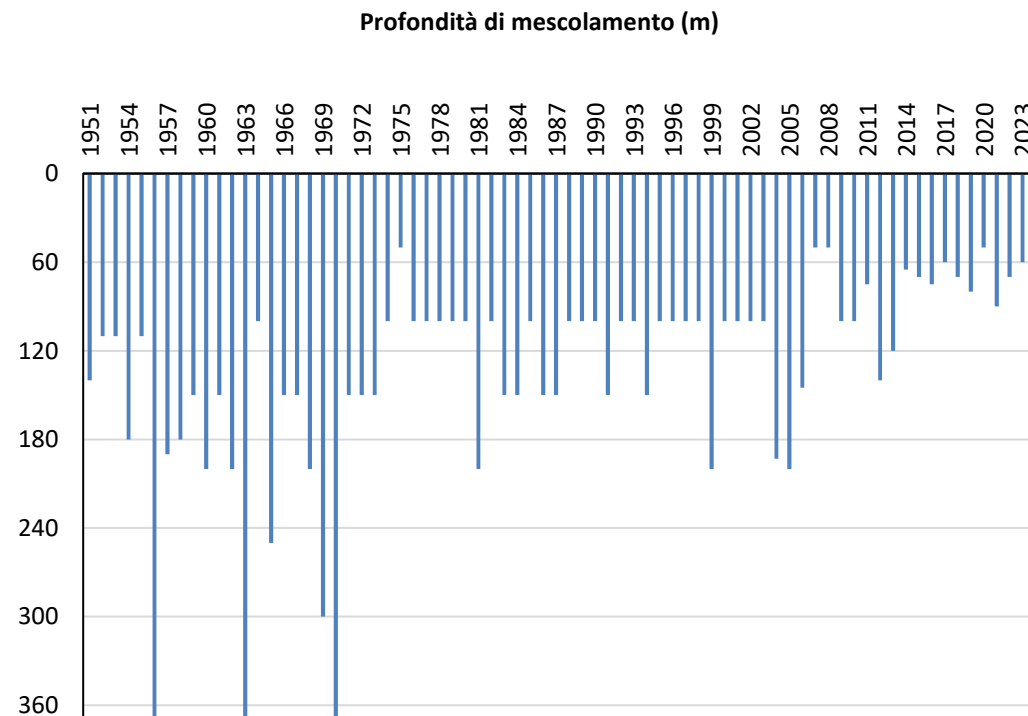
STATO E TENDENZA

Fin dagli anni '50, i programmi di ricerca condotti sul Lago Maggiore includono il monitoraggio sistematico della profondità di mescolamento per moti convettivi. Grazie a questa lunga serie storica, è stato possibile ricostruirne l'andamento nel tempo. L'analisi dei dati evidenzia che la completa omogeneizzazione per moti convettivi della colonna d'acqua si è verificata solamente in tre occasioni, tutte a seguito di inverni particolarmente rigidi e caratterizzati da venti particolarmente intensi.

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 analisi condotte evidenziano come, negli ultimi decenni, il Lago Maggiore abbia risentito degli effetti del riscaldamento climatico globale, con una tendenza a periodi di stratificazione termica più prolungati rispetto al passato e una progressiva riduzione della profondità di mescolamento convettivo al termine dell'inverno. In particolare, da undici anni consecutivi la profondità di mescolamento non supera i 100 metri, e nel mese di febbraio 2024 si sono raggiunti solo i 60 m.

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

Profondità di mescolamento per moti convettivi valutata a partire dal 1951



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

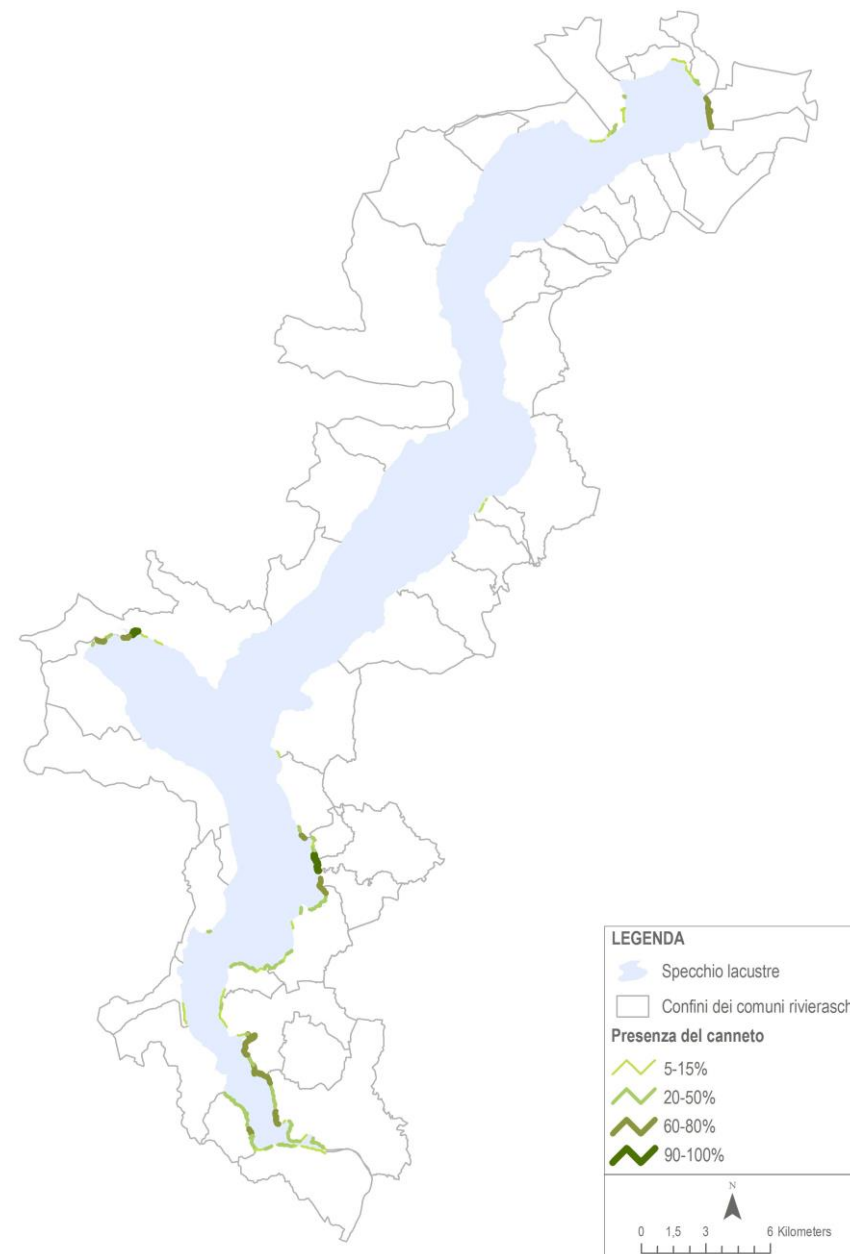
OBIETTIVO

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 CIPAIS).

STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma CIPAIS "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 macrofitica 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 macrofitica, mentre il 29,2% dei tratti di sponda, corrispondenti a circa 35 km totali, presentano coperture assai ridotte.

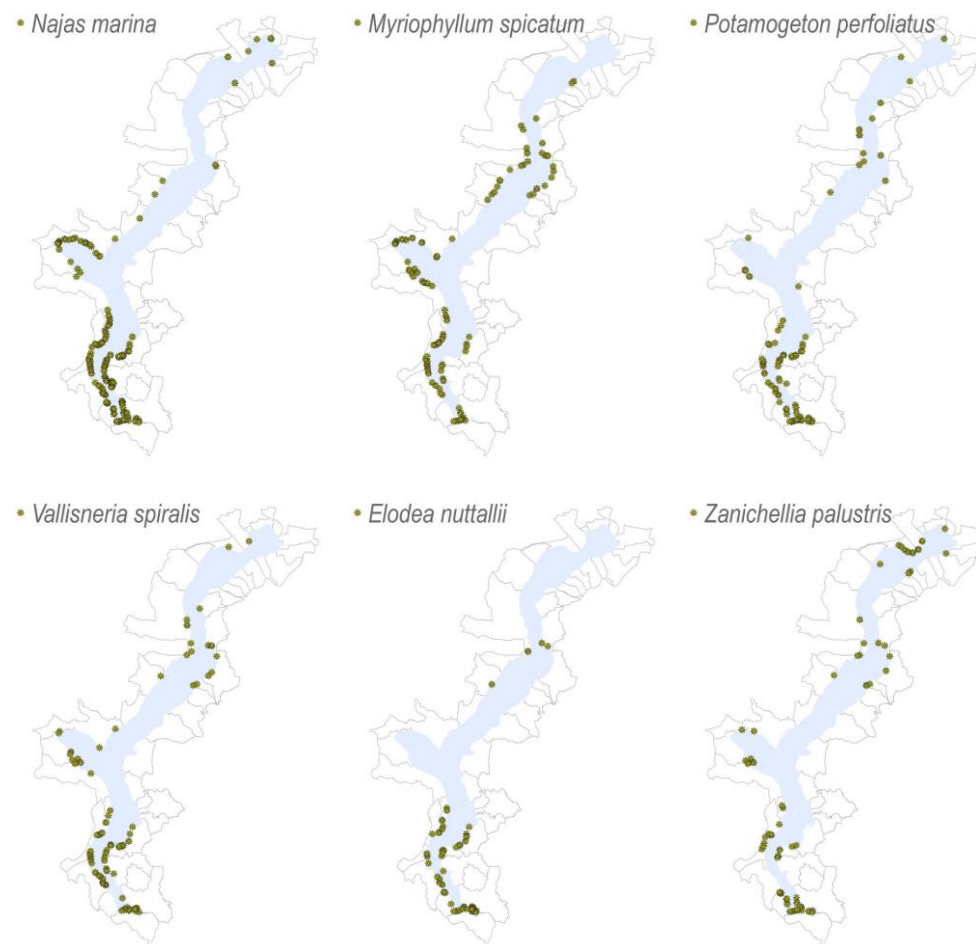
Le specie macrofitiche osservate nel bacino del Maggiore sono complessivamente 20, 17 fanerogame e 3 caroficee. Le più comuni sono rappresentate da ***Najas marina*** L., ***Myriophyllum spicatum*** L., ***Potamogeton perfoliatus*** L., ***Vallisneria spiralis*** L., ***Elodea nuttallii*** (Planch.)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

STATO E TENDENZA

Nell'ambito del programma delle ricerche CIPAIS 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.

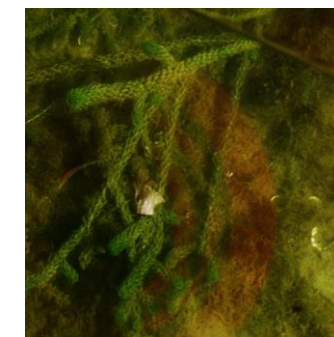
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

19

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

Pannello di Controllo del Lago Maggiore 2024

L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

DESCRIPTORI

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

OBIETTIVO

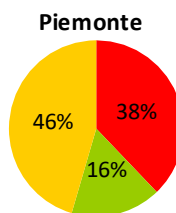
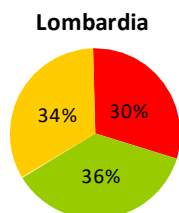
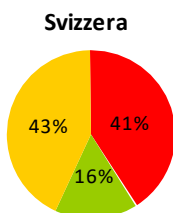
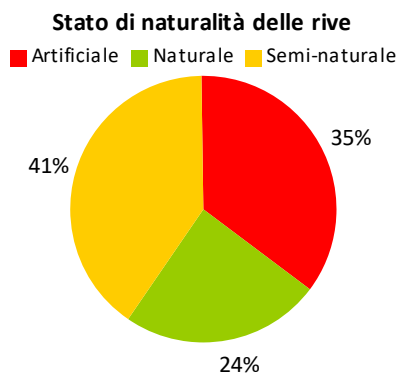
L'osservazione dei caratteri morfologici attuali delle rive permette di effettuare scelte strategiche e pianificatorie che dovrebbero mirare da un lato all'incremento della fruibilità delle sponde e dall'altro alla tutela delle aree di pregio naturalistico, al ripristino e alla rinaturalizzazione dei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

STATO E TENDENZA

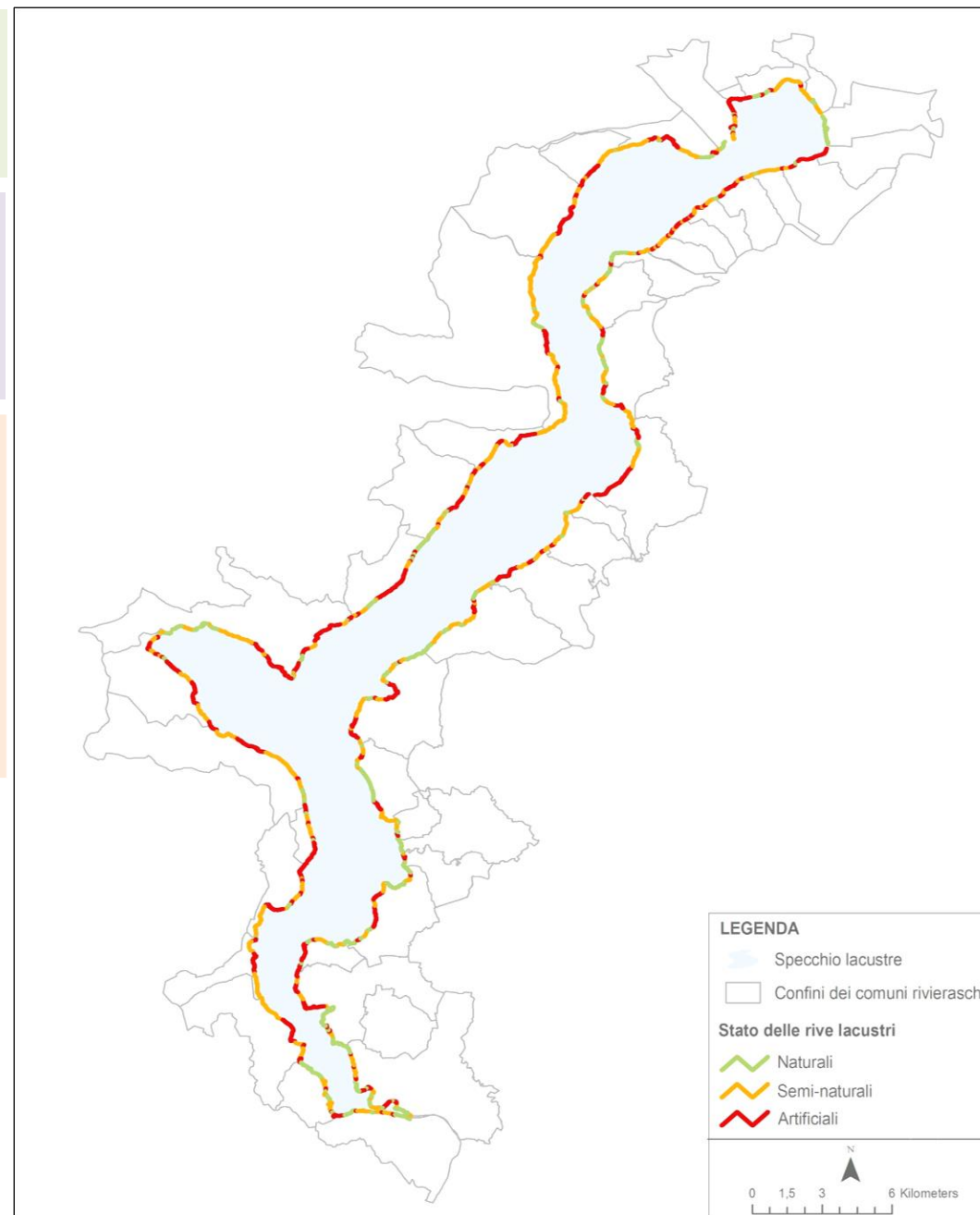
Nell'ambito del programma 2008-2012 CIPAIS, sono stati condotti per il Lago Maggiore studi inerenti la funzionalità della fascia perilacuale e la fruibilità delle rive.

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).



Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale



L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

Ultimo aggiornamento nel 2012

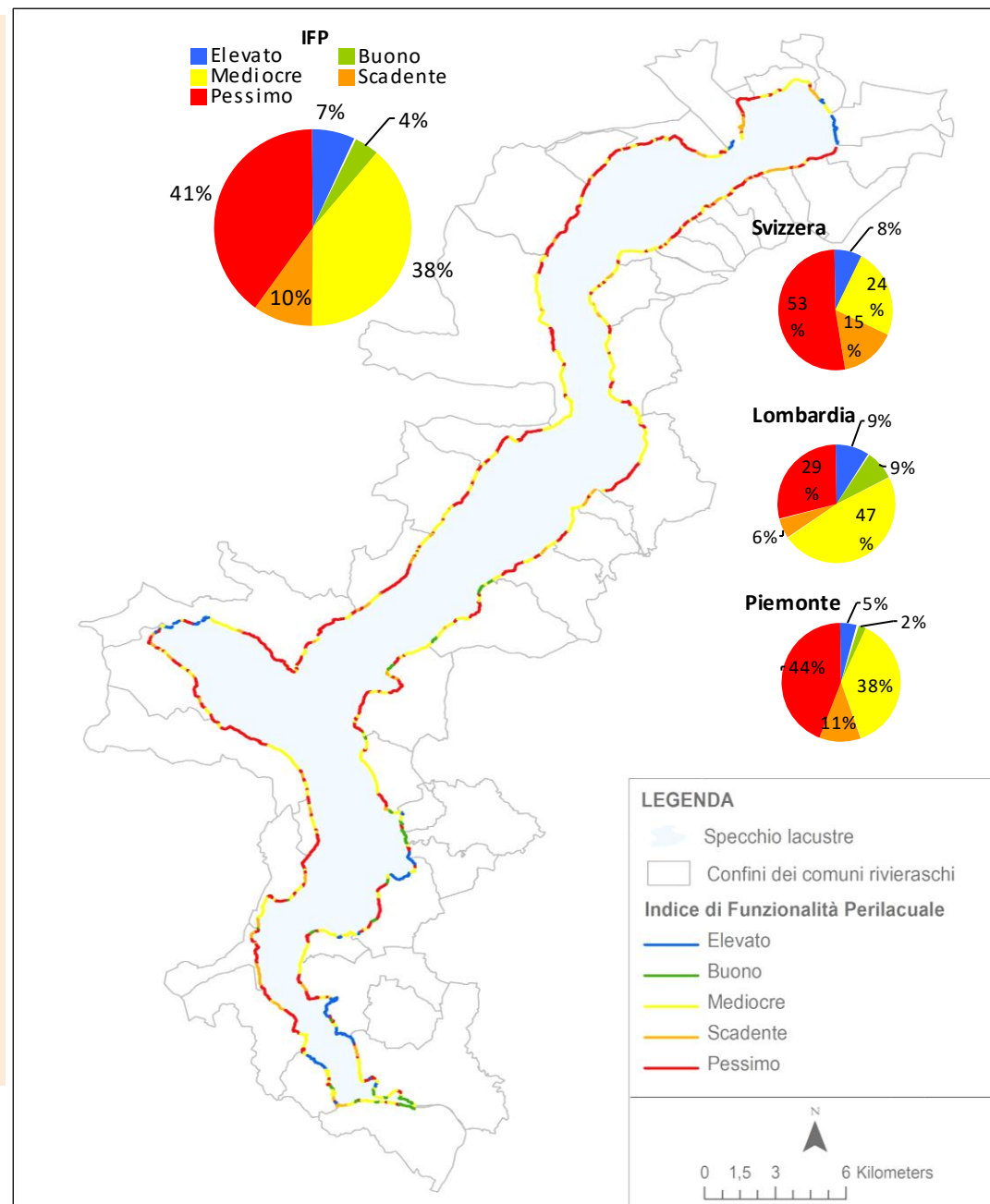
La valutazione della funzionalità ha previsto l'applicazione dell'**Indice di Funzionalità Perilacuale**, sviluppato da un gruppo di lavoro istituito da APAT (Siligardi M. *et al.*, 2009), e del *Lake Habitat Survey* (Scotland et Northern Ireland Forum For Environmental Research). L'applicazione dell'IFP 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.

Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale

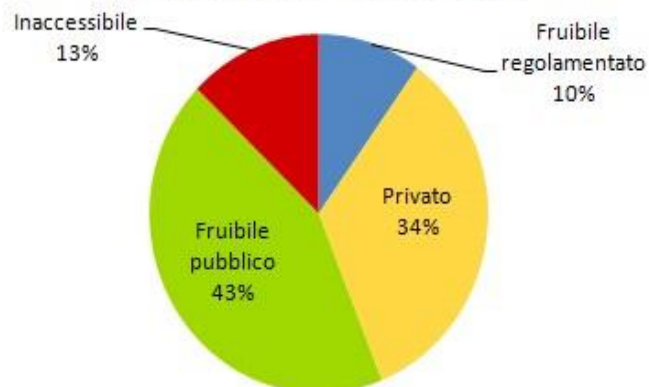


L3 3 MORFOLOGIA DELLE RIVE LACUSTRI

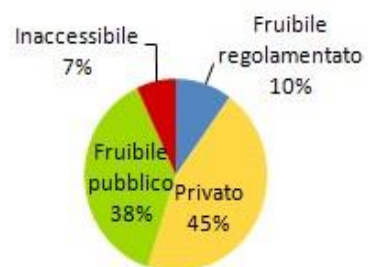
Ultimo aggiornamento nel 2012

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.

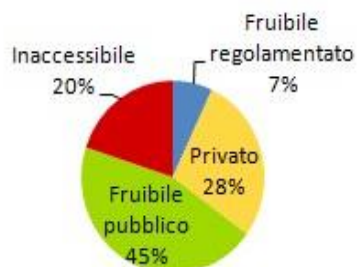
Accessibilità e fruibilità della riva



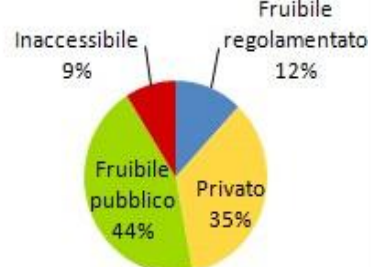
Svizzera



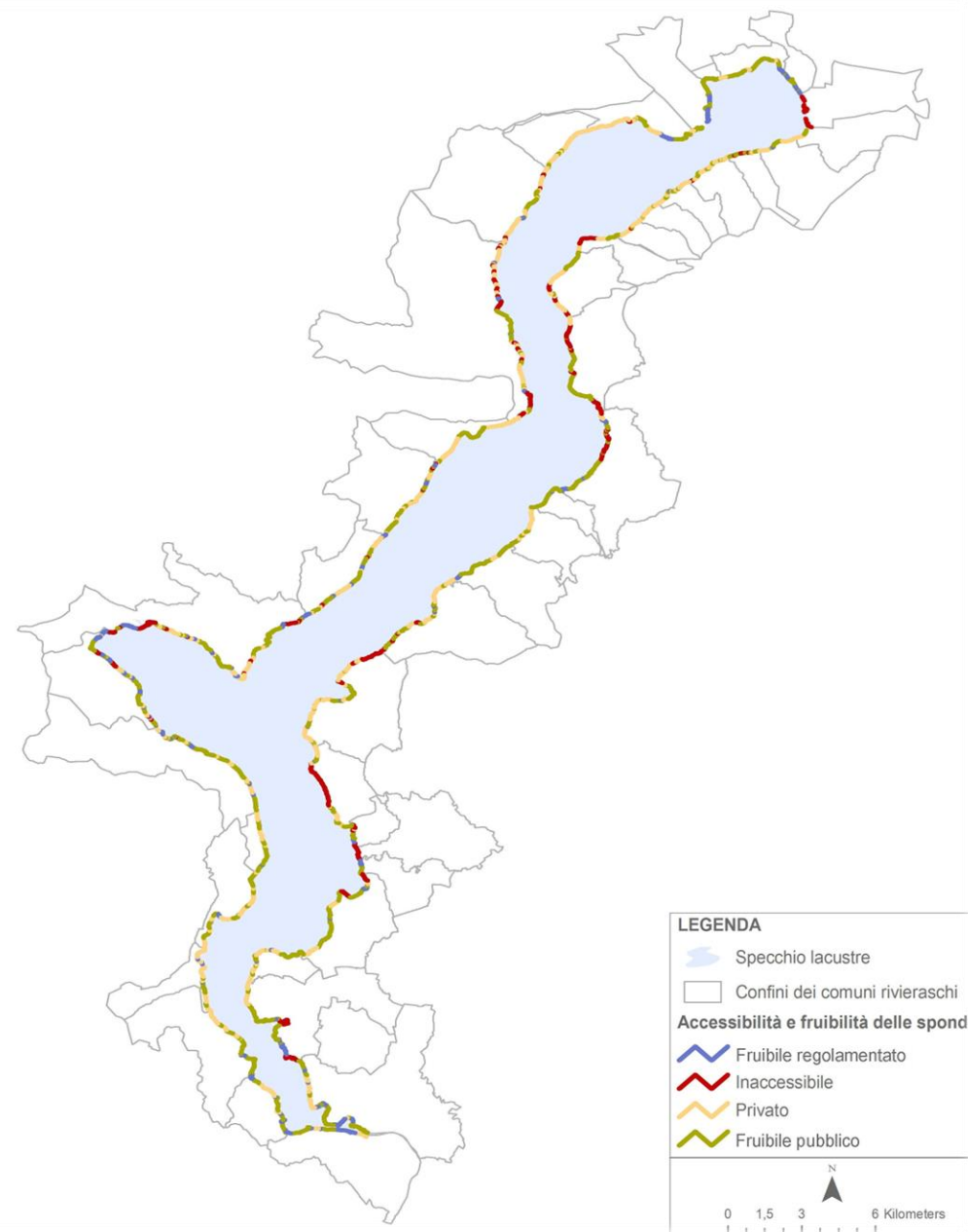
Lombardia



Piemonte



Tipologia di riva sulla base dei caratteri morfologici della fascia perilacuale



L3 4 TRASPARENZA

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

DESCRITTORI

Trasparenza delle acque

OBIETTIVO

Valori medi annui di trasparenza inferiori a 5 m (obiettivo definito dalla CIPAIIS) 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.

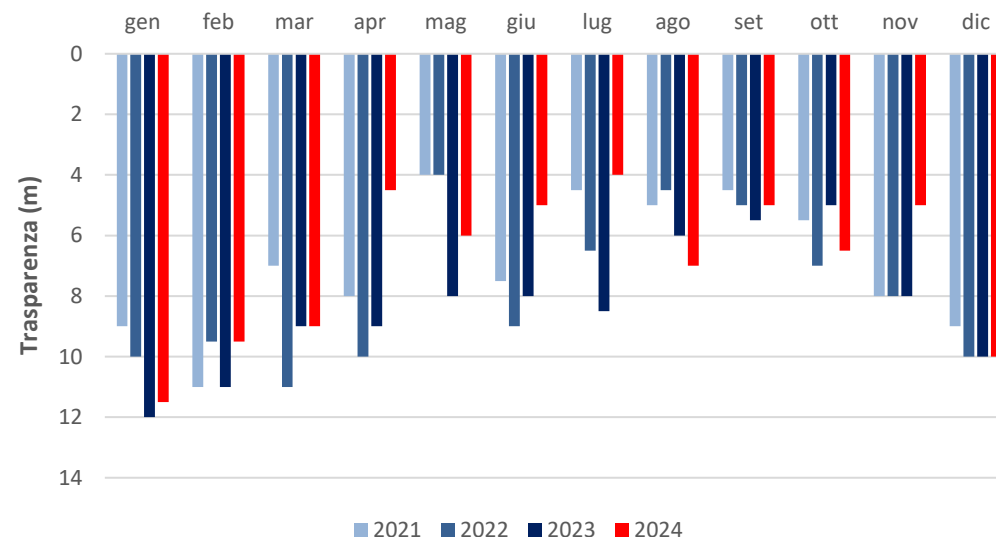
I valori minimi nel 2024 (4,0 e 4,5 m) sono stati rilevati a luglio e aprile, rispettivamente, mentre i massimi (11,5 e 10 m) a gennaio e dicembre. Nel complesso i valori sono stati inferiori a quelli degli anni precedenti, soprattutto nei mesi primaverili ed estivi, con una media annua di 6,9 m, in controtendenza quindi rispetto al valore levato del 2023 (8,3 m).

Nel 2024 hanno probabilmente contribuito ai minori valori di trasparenza le precipitazioni abbondanti e la conseguente torbidità di alcuni mesi dell'anno. La serie storica dei dati (1981-2024) 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 2024 raffrontato al valore medio mensile riferito alla serie storica (in alto) e andamento delle medie mensili dal 1981 al 2024 (in basso)



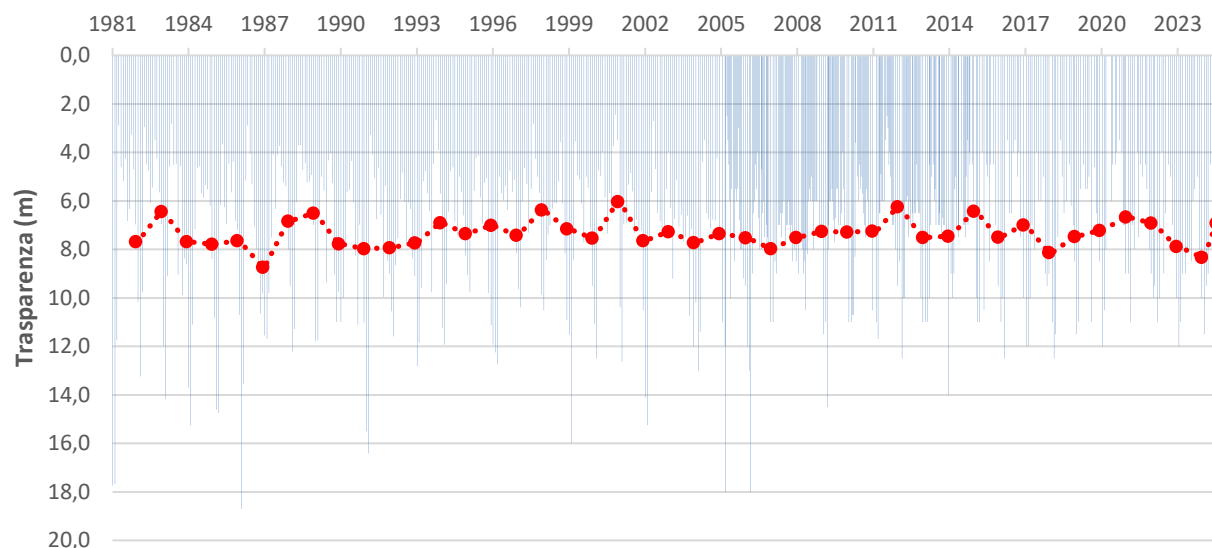
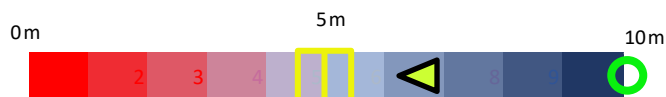
Obiettivo: valore medio annuo di trasparenza maggiore di 5 m



Stato attuale



Stato al 2010



L3 5 CLOROFILLA *a*

DESCRITTORI

Concentrazione di Clorofilla *a*

OBIETTIVO

La CIPAIIS 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 2024, la concentrazione media di clorofilla *a* è stata pari a 3,9 µg/L in linea con gli anni precedenti (3,6 nel 2023 e 4,1 µg/L nel 2022). Le medie mensili della concentrazione della clorofilla *a*, descrittore sintetico dell'evoluzione stagionale del fitoplancton, mostrano nel 2024 un massimo tardo autunnale di 8,9 µg/L. Si è trattato di un anno con valori pressoché omogenei di clorofilla e valori circa uniformi da gennaio a dicembre con esclusione del mese di novembre. Non ci sono stati i picchi di concentrazioni della clorofilla *a* come osservato nel periodo primaverile (maggio) degli anni precedenti. Le concentrazioni nella zona eufotica sono comprese da un minimo di 2,2 µg/L (dicembre) a un massimo di 8,9 µg/L (novembre). 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.

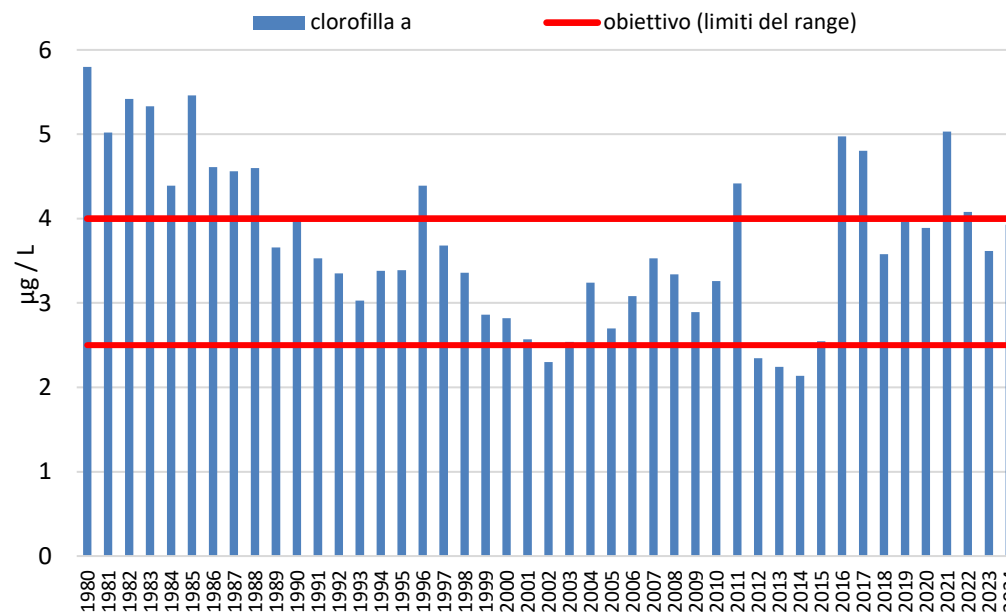


[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

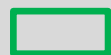
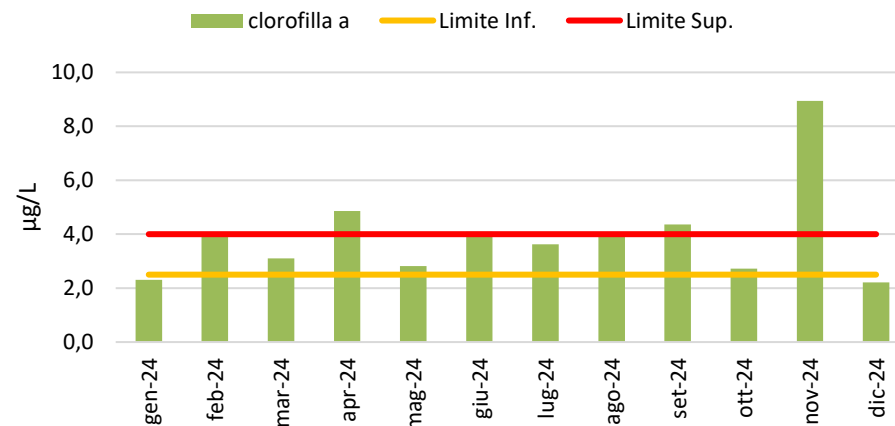
Concentrazione di clorofilla *a* nelle acque lacustri

Concentrazione di clorofilla *a*: serie storica del valore medio annuo (in alto) e valori medio mensili per l'anno 2024 (in basso)

Concentrazione media annua di clorofilla *a*



Valore medio mensile di clorofilla *a* nel 2024



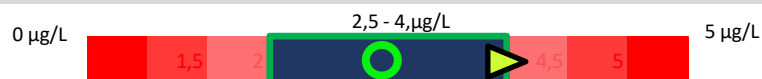
Obiettivo: range di valori compresi tra 2,5 e 4 µg/L



Stato attuale



Stato al 2010





L3 6 FITOPLANCTON

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

Nel 2024, la tendenza a lungo termine del biovolume ricalca in larga parte quella della clorofilla *a* tenendo presente che il contenuto di pigmenti algali sia espressione dell'adattamento fisiologico alle diverse condizioni ambientali.

Come ormai riscontrato negli ultimi anni, lo sviluppo dei popolamenti algali ha visto la prima fase di crescita delle diatomee anticipata anche nel 2024 cominciando a svilupparsi già dall'inizio dell'anno con i generi delle centriche coloniali *Urosolenia* e *Aulacoseira* e la pennata *Asterionella* formosa. Con marzo, unitamente a *Fragilaria crotonensis*, si accompagnano le diatomee centriche coloniali e la diatomea centrica *Urosolenia* spp., tollerante verso la carenza di nutrienti e indicatrici di bassa trofia dalla forma che la rende difficilmente appetibile. I valori di biomassa dei primi mesi dell'anno trovano conferma nelle elevate precipitazioni dei primi mesi dell'anno. Con marzo, la diatomea pennata *F. crotonensis* inizia a comparire tra le specie significative seppure con biomasse meno importanti rispetto agli anni precedenti per continuare con aprile con una flessione in maggio seppur con biomasse trascurabili rispetto agli anni precedenti per poi essere presente fino a ottobre. Con giugno si assiste ad una riduzione delle diatomee, che vanno poi incontro ad una seconda fase di crescita estiva, che si protrae fino a tutto il mese di ottobre. Con il mese di novembre si assiste ad una nuova ripresa, con un picco di *A. formosa*.

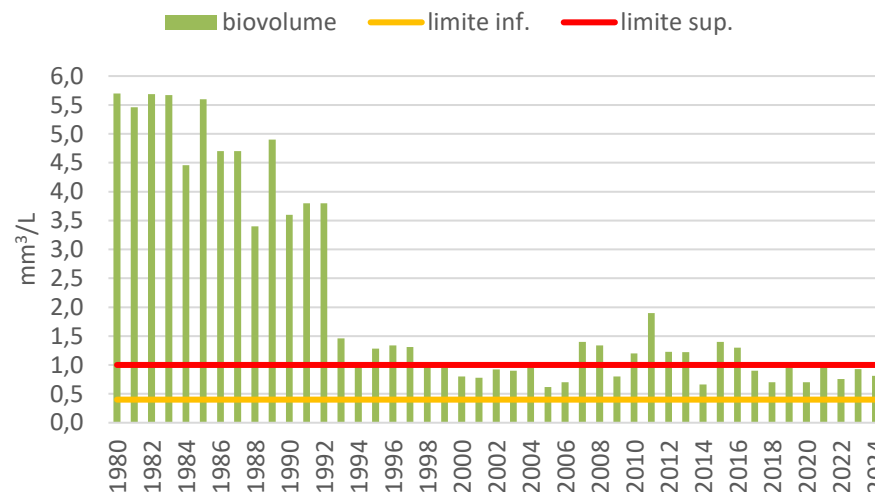
Tra le cianofite da gennaio ritroviamo *Planktothrix rubescens* specie caratteristica del Lago Maggiore. Sulla dinamica del popolamento a diatomee è rilevante sottolineare come la concausa di questa costante dominanza nel 2024 potrebbe essere dovuta, ancora una volta, a eventi meteorologici eccezionali. Infatti, già i primi mesi dell'anno sono stati caratterizzati da precipitazioni molto abbondanti, che, probabilmente, portano al lago notevoli quantità di silice. Le dinofitee sono risultate tra le specie significative già con i primi mesi per continuare dal mese di maggio fino a tarda estate e autunno con *Ceratium hirundinella*. Le Criptofitee danno un contributo modesto, con *Plagioselmis nannoplanctica* presente pressoché lungo l'arco dell'intero anno seguita da *Katablepharis ovalis*. Tra le crisofitee nel 2024, risultano diverse specie come significative tra cui il genere *Chrysochromulina*, *Synura*, *Uroglena*. L'importanza delle clorofitee risulta sempre trascurabile nella dinamica del lago Maggiore.

[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)
Obiettivo: Biovolume Medio annuo nel range di concentrazione 0,4-1,0 mm³/L per lo Stato Buono.
Stato attuale
Stato al 20100,25 mm³/L 0,4-1 mm³/L 2,4 mm³/L

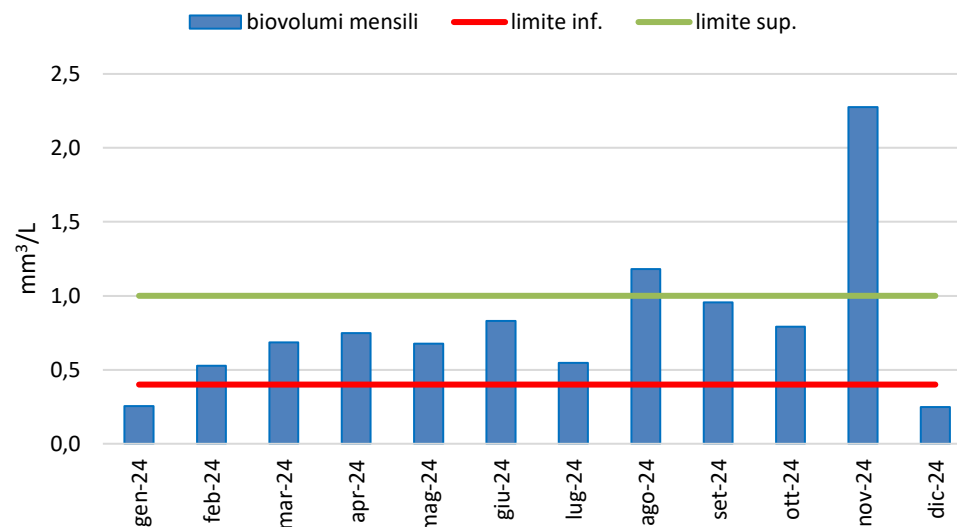
Specie fitoplanctoniche censite durante l'anno

Serie storica del valore medio annuo (in alto) del biovolume e valori medio mensili per l'anno 2024 (in basso)

Biovolume medio annuo



Biovolume medio mensile nel 2024



L3 6 FITOPLANCTON

Focus PERCENTUALE DI CIANOBATTERI

DESCRITTORI

Determinazione e conteggio del fitoplancton (cianobatteri)

OBIETTIVO

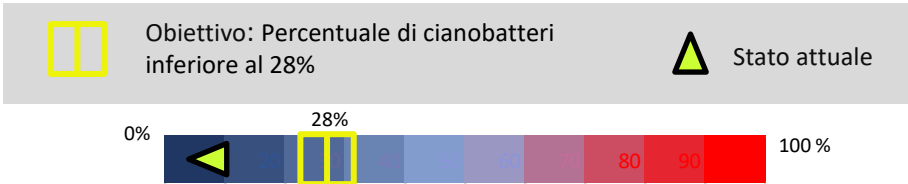
Secondo il D.M 260/2010, lo stato ecologico “Buono” corrisponde ad un biovolume medio annuo di cianobatteri inferiore al 28% del biovolume medio annuo dell’intera comunità fitoplanctonica. Questo limite, specifico per gli invasi dell’ecoregione mediterranea, può però essere assunto indicativamente come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

STATO E TENDENZA

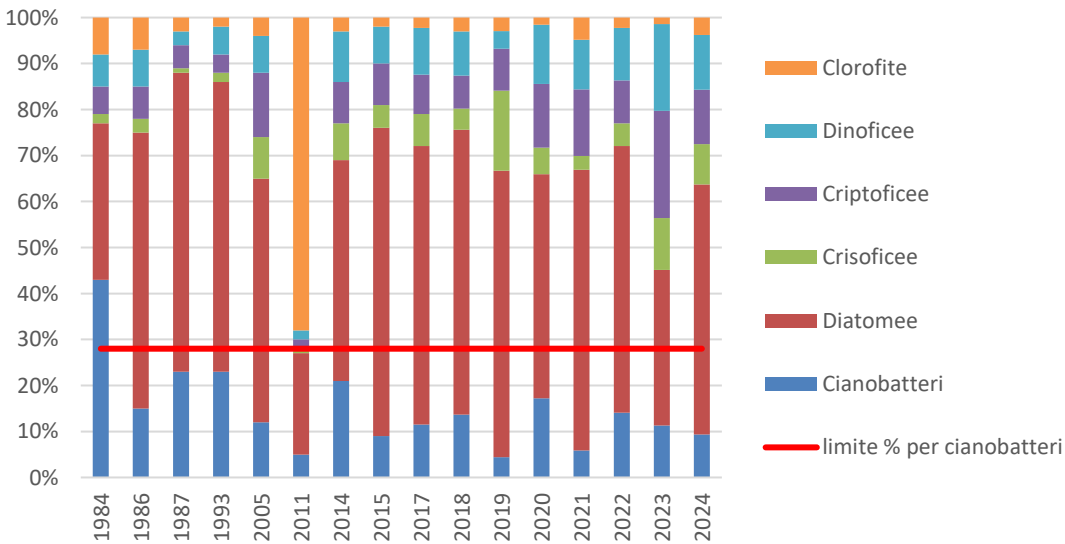
Nel 2024 la crescita massima dei cianobatteri è avvenuta nei mesi di maggio, agosto, ottobre con una percentuale di cianobatteri nell’anno pari mediamente all’9%, diminuita rispetto all’anno precedente (11%). Da sottolineare il contributo dei cianobatteri al biovolume totale della comunità fitoplanctonica nel mese di ottobre che ha raggiunto circa il 35%. Anche per il 2024 si riconferma il contributo significativo delle oscillatoriali del gruppo *Planktothrix rubescens/agardhii*, ormai da anni un elemento tipico della flora algale pelagica del Lago Maggiore e specie significativa nel mese di gennaio, da aprile a maggio e presenza costante dai mesi tardo autunnali fino a dicembre. Il genere *Pseudanabaena* è risultato essere tra le specie significative nel mese di maggio. *Dolichospermum lemmermannii* protagonista di estese fioriture in passato nel 2005 e 2006, contrariamente all’anno precedente non ha mai avuto una presenza significativa nel corso del 2024. Anche il genere *Aphanizomenon*, indicatore di aumento di trofia delle acque, non è stato mai presente come specie significativa nel corso dell’anno contrariamente agli anni scorsi. Riguardo ai cianobatteri chroococcali di piccole dimensioni il loro contributo è risultato significativo nei mesi di agosto e settembre con le specie *Microcystis aeruginosa* e *Snowella lacustris* rispettivamente con 32,0 e 50,1 mm³ /m³. Anche nel 2024, la presenza dei cianobatteri di piccole dimensioni potrebbe essere legata alla crescente stabilità della colonna d’acqua unitamente alle temperature attribuibili al riscaldamento climatico e confermata dai dati a lungo termine. In conclusione, le osservazioni compiute nell’anno 2024, 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.

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

Percentuale di
biomassa di ciascun
gruppo tassonomico
dal 1984 al 2024



Percentuale di biomassa per ciascun gruppo algale



L3 7 BIOMASSA DELLE POPOLAZIONI ZOOPLANCTONICHE

DESCRIPTORI

Rotiferi, Copepodi, Cladoceri

OBIETTIVO

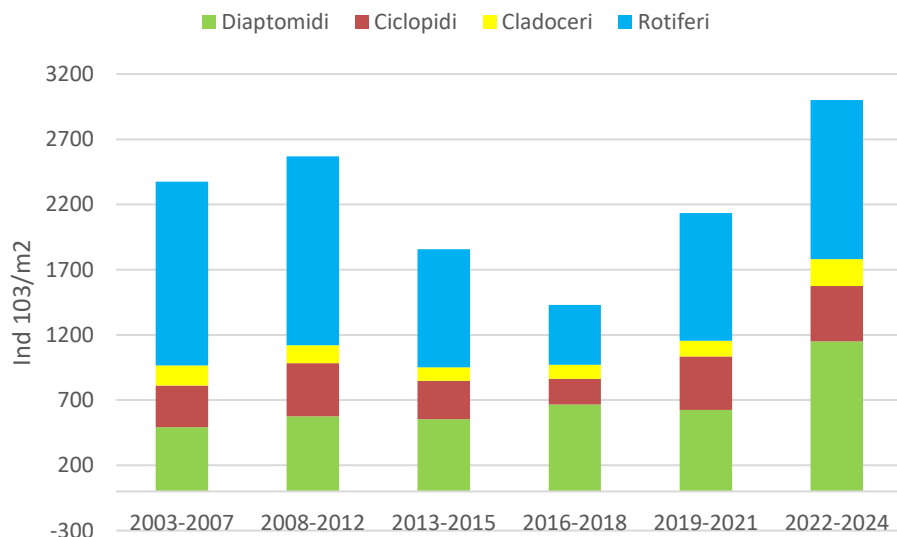
Un valore medio annuo di biomassa di rotiferi superiore al 20% del popolamento zooplanctonico totale corrisponde al valore soglia al di sopra del quale si riscontrano alterate condizioni ambientali.

STATO E TENDENZA

Il valore medio del popolamento zooplanctonico totale del triennio 2022-2024 è risultato aumentato del 64% rispetto a quello del triennio precedente. L'incremento è stato maggiormente a carico dei Rotiferi, dei Ciclopodi e dei Diaptomidi (+98%, +91% e +72%, rispettivamente) e in misura minore dei Cladoceri (+58%; Fig. 1).

[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 2 quinquenni del periodo 2003-2012 e dei trienni del periodo 2013-2024



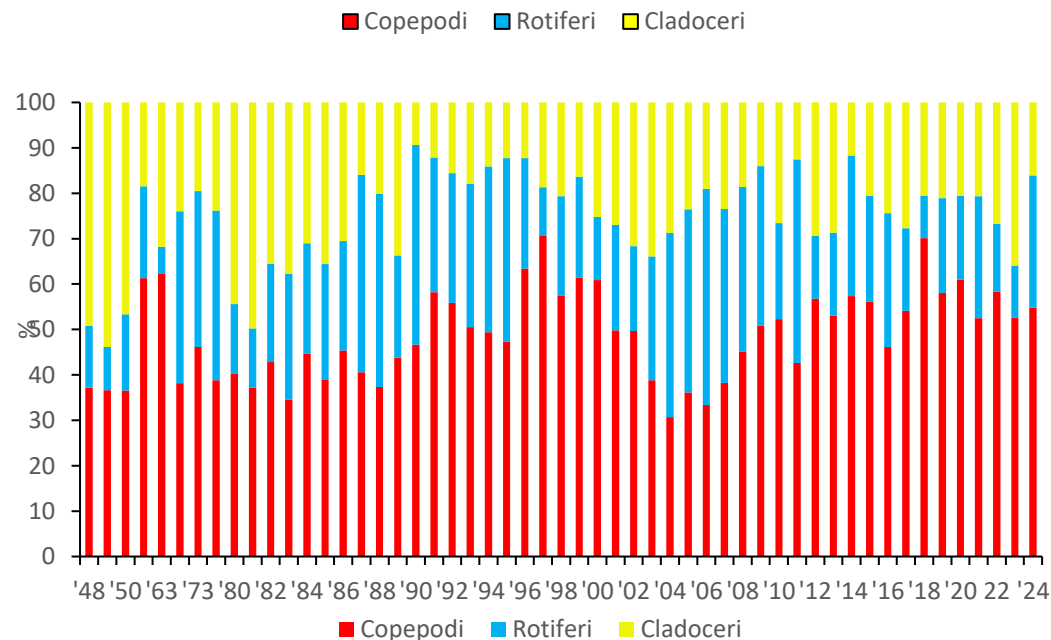
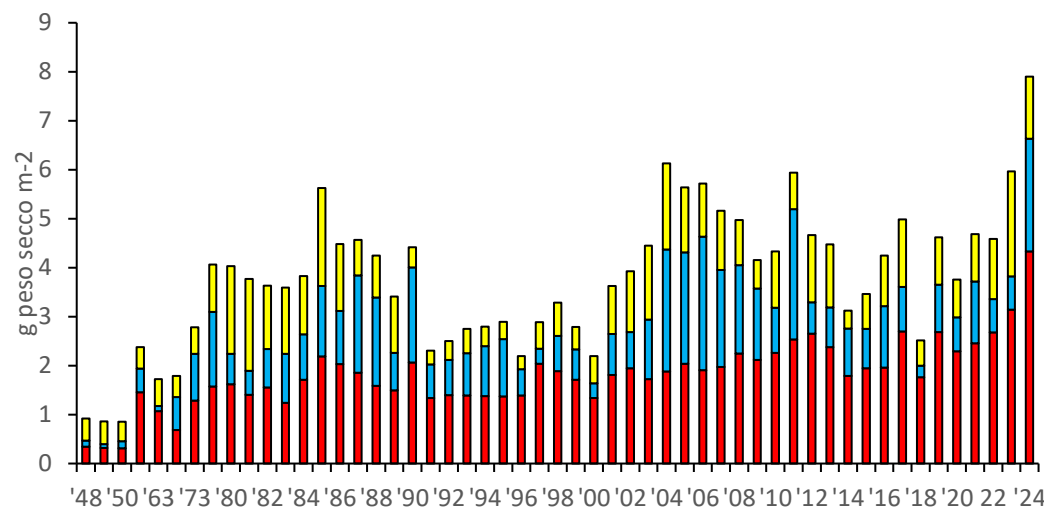
Soglia critica: valore medio annuo di biomassa di rotiferi inferiore al 20% del popolamento zooplanctonico totale

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

DESCRIPTORI

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.

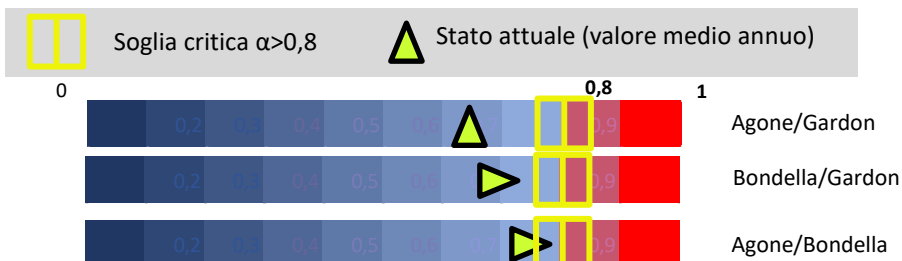
STATO E TENDENZA

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 ($\alpha = 0,69 \pm 0,06$), superiore a quanto misurato per bondella e gardon ($\alpha = 0,66 \pm 0,07$) e gardon e agone ($\alpha = 0,64 \pm 0,07$). I valori maggiori dell'indice di sovrapposizione di nicchia, pari a 0,8 in due occasioni si misurano tra agone e bondella. L'indice di sovrapposizione di nicchia varia in misura abbastanza importante durante l'anno ma i valori medi si attestano mediamente sotto la soglia di 0,80, soglia ritenuta significativa per identificare una competizione interspecifica.

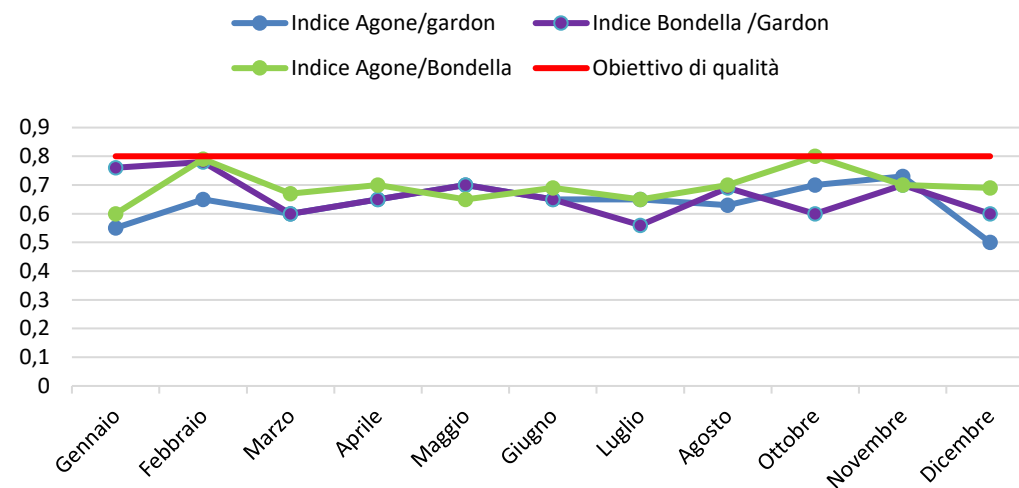
L'indice di sovrapposizione alfa tra le diverse specie varia in misura abbastanza importante durante l'anno evidenziando differenze attribuibili alla diversa distribuzione delle tre specie ittiche lungo la colonna d'acqua e, con tutta probabilità, alle variazioni della intensità con cui le specie si alimentano durante i rispettivi periodi riproduttivi. I valori medi si attestano generalmente al di sotto della soglia di 0,80, che può essere ritenuta significativa per identificare una competizione per le risorse alimentari.

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

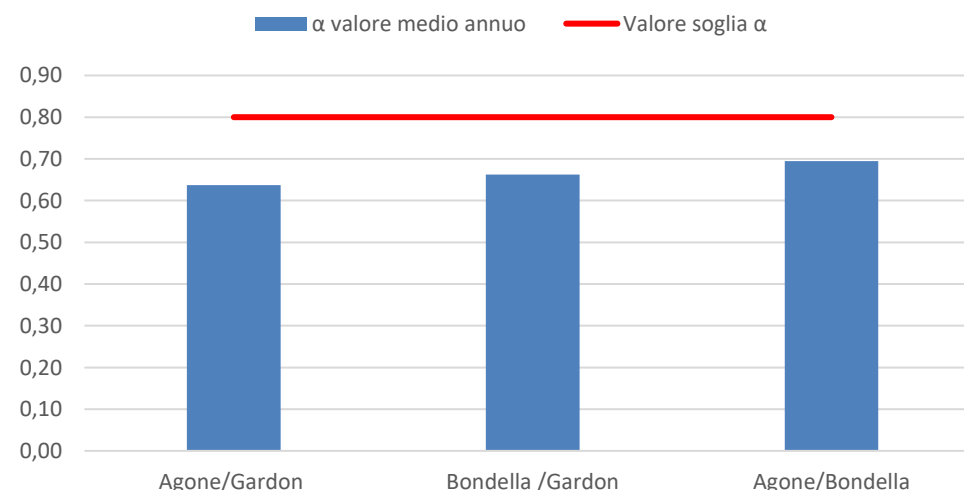


Indicatore di sovrapposizione della nicchia trofica tra le principali specie ittiche autoctone e alloctone

Valori mensili dell'indice α per ogni associazione



Valore medio annuo dell'indice α nel 2024



L3 9 ANTIBIOTICO RESISTENZA NEI BATTERI LACUSTRI

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, seguita poi da un ristabilirsi di resistenze negli anni successivi.

Nel 2024 alcune resistenze si sono confermate molto abbondanti e stabili nella comunità microbica residente (solfonamidici e tetracicline, antibiotici a prevalente uso zootecnico). Dopo il forte incremento di resistenze a betalattamici e macrolidi nel 2023, il 2024 ha presentato una riduzione delle stesse, con conferma della stagionalità del gene blaCTX-M. Questo andamento contrastato è risultato in una condizione di sostanziale stabilità dell'indicatore L3 9 per il 2024.

Nel triennio 2021-23, nel Lago Maggiore, circa il 43.40% dei campioni sono risultati positivi alla presenza di geni di resistenza, dato confermato nel 2024 (44.79%).

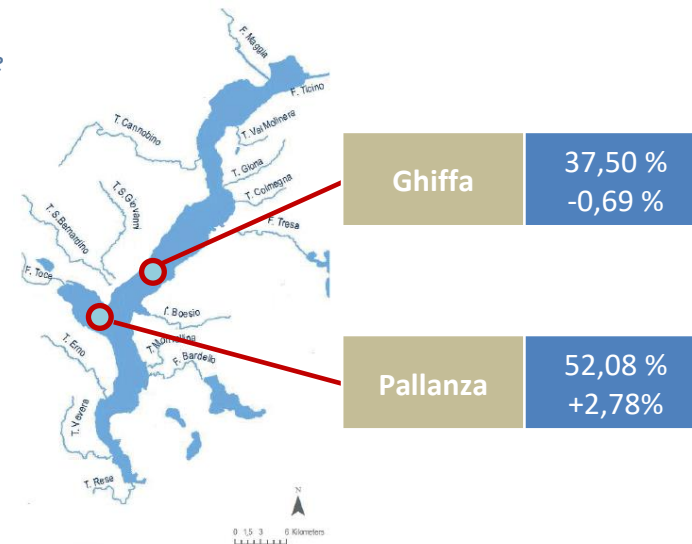
Sembra che l'aumento delle resistenze a betalattamici e macrolidi registrato nel 2023 si sia ridotto, a vantaggio di altre resistenze, costitutive della comunità microbica residente, e di minor preoccupazione per la salute umana. Però, se è vero che le resistenze a betalattamici e macrolidi, anche se diffuse, sono poco abbondanti, va considerato che una loro potenziale stabilizzazione nelle comunità microbiche del lago sarebbe un forte campanello d'allarme per la salute umana.



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

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

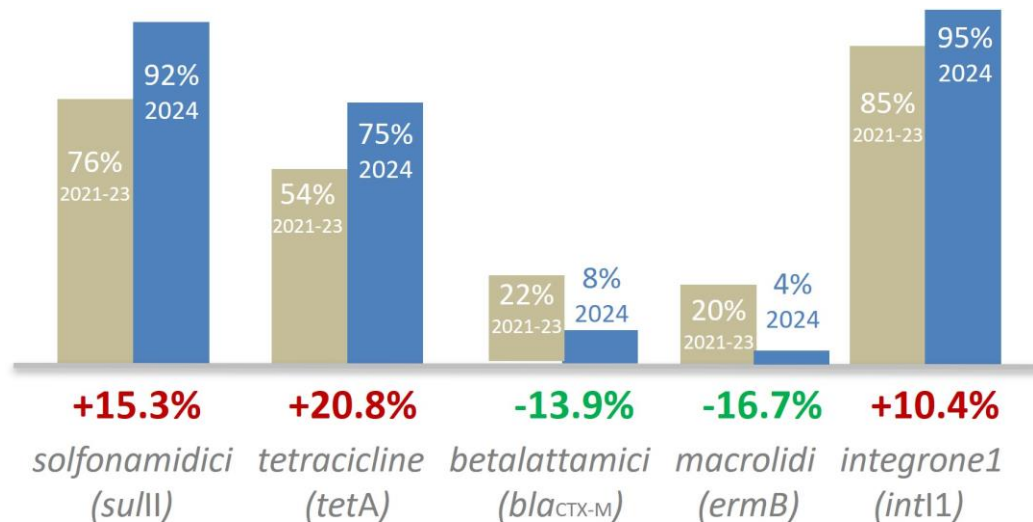
Numero di campioni positivi nel 2024 nei diversi siti di campionamento e variazione (in corsivo) rispetto al triennio 2021-23



Contaminazione da ARG 2024

44,79% (+1,39%)

Trend di presenza di alcuni geni di resistenza particolarmente significativi



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 mgC/L nel 1983 a valori intorno a 0,57 mgC/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.

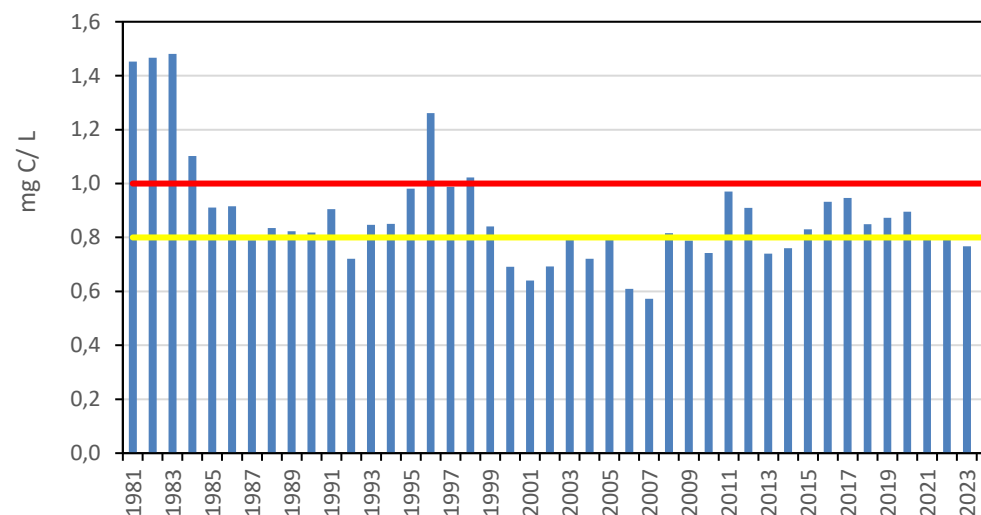
Nell'anno 2024 il valore medio di TOC è risultato essere 0,733 mgC/L.

Tale valore è risultato comparabile a quelli registrati nel triennio precedente (compresi tra 0,797 e 0,895 mgC/L) e nel 2023 (0,767 mgC/L).

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

Andamento delle concentrazioni medie annue di TOC dal 1981 al 2024

TOC (media annua integrata sulla colonna) a Ghiffa



Obiettivo

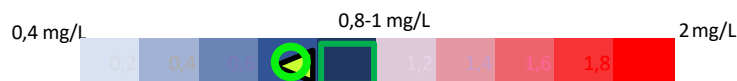
range di valori compresi tra 0,8 e 1 mg/L



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 aumento delle concentrazioni.

Dopo l'incremento osservato nel 2023, nel 2024 i valori sono ulteriormente aumentati, raggiungendo un valore medio annuo di 15 µg P/L. Questa tendenza è dovuta in realtà al solo aumento delle concentrazioni ipolimniche dovuto ad un progressivo accumulo di P negli strati profondi. Questa situazione è una conseguenza degli effetti del riscaldamento climatico, in particolare della mancata circolazione delle acque: una conseguenza è anche il mancato rifornimento di P agli strati superficiali che si caratterizzano quindi per una marcata oligotrofia.

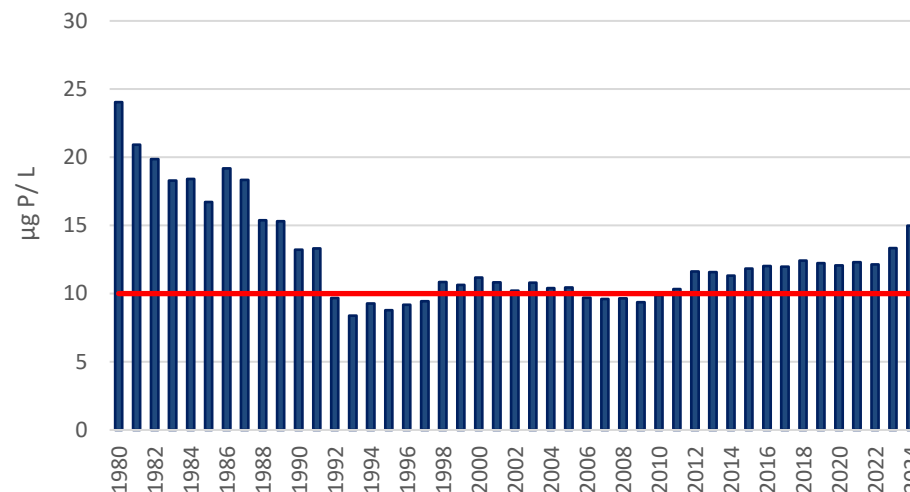
La concentrazione media annua di azoto totale, dopo aver mostrato un incremento fino ai primi anni 2000, è andata diminuendo dal 2011-12 in poi. Dopo il minimo raggiunto nel 2022 (0,80 mg/L), i valori medi annui sono leggermente aumentati nel 2023 e 2024 (0,83 e 0,84 mg/L rispettivamente). La diminuzione dell'N nelle acque lacustri è una conseguenza della riduzione degli apporti di N, in particolare nella forma nitrica, 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. Alla marcata diminuzione osservata nel periodo 2011-2022 potrebbero aver contribuito anche cambiamenti nella composizione della comunità fitoplanctonica. Nel caso del 2022 i valori particolarmente bassi sono riconducibili alle scarse precipitazioni e quindi ai limitati apporti atmosferici di N; all'opposto, nel 2024, le precipitazioni abbondanti hanno comportato una risalita delle concentrazioni.

Il rapporto N/P nel 2024 è stato di 56 (in peso), indicativo di una condizione di limitazione da fosforo. Il valore è ulteriormente diminuito nel 2024 a causa dell'aumento del valore medio di P totale.

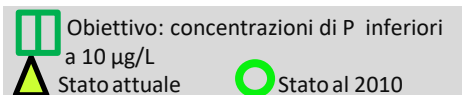
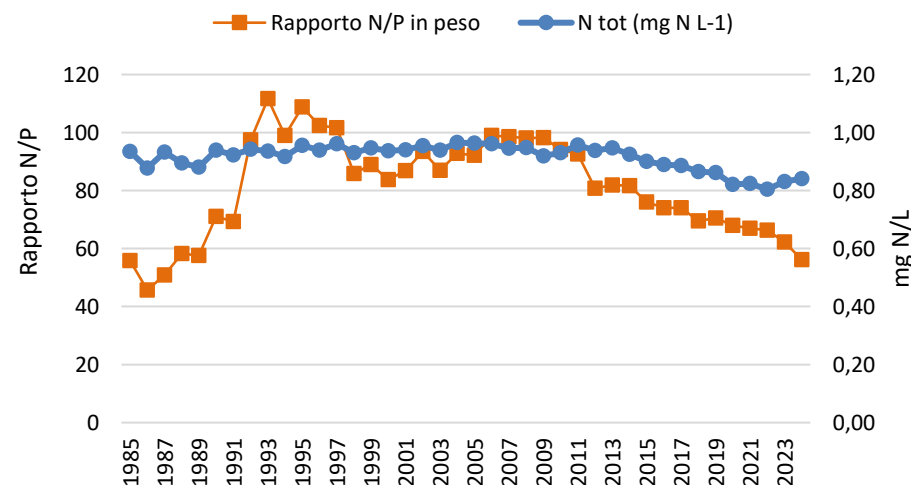
[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

Concentrazione media annua di fosforo e azoto totale nelle acque lacustri

Concentrazione media di fosforo totale



Concentrazione N tot e rapporto N/P in peso



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 CIPAI).

STATO E TENDENZA

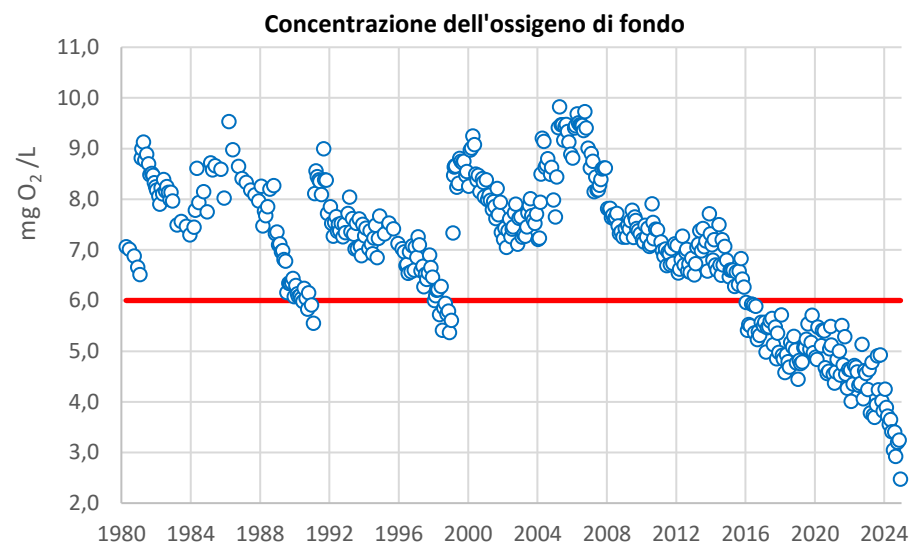
Nel Lago Maggiore i valori di ossigeno nello strato al di sotto dei 200 m hanno raggiunto valori inferiori a 6 mg O₂/L nel 1990 e nel 1998, dopo una sequenza di anni caratterizzati da incompleto rimescolamento verticale. I massimi, tra 9 e 10 mg O₂/L, sono stati rilevati dopo eventi di completa circolazione (1991, 1999, 2005-06), grazie alla riossigenazione dell'intera colonna d'acqua. Fino al 2010 le concentrazioni si sono mantenute sempre al di sopra di 7 mg O₂/L, a dimostrazione di una buona ossigenazione delle acque profonde. A partire dal 2016 il contenuto di ossigeno ha iniziato a diminuire, scendendo al di sotto della soglia dei 6,0 mg O₂/L.

La diminuzione ha interessato i valori dello strato ipolimnico (25-360 m), ma in misura più accentuata quelli al di sotto dei 200 m. Dal 2022 in poi la diminuzione è stata particolarmente evidente, con valori al di sotto di 5,0 mg O₂/L in tutti i mesi dell'anno.

Nel 2024 i valori sono scesi ulteriormente, raggiungendo in alcuni mesi valori inferiori a 3,0 mg O₂/L. In termini di saturazione %, i valori nel 2024 sono risultati compresi tra il massimo di gennaio (36%) e il minimo di dicembre (21%), con tutti i valori comunque ben al di sotto del 40%. 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.

[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 2024



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



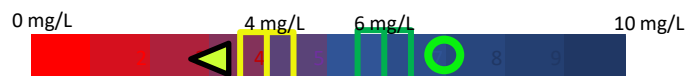
Stato attuale



Stato al 2010



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



L3 15 TEP (*Transparent Exopolymeric Particles*)

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 occludendo le maglie delle reti. Nel 2024 la concentrazione media annua di TEP a Ghiffa nella zona eufotica è risultata di 71 µgC/L, quindi superiore a quella misurata nel 2023 (58 µgC/L) ma molto inferiore a quelle misurate nel 2022 e 2019 (155 e 158 µgC/L rispettivamente) e più simile a quella misurata nel 2021 (76 µg C/L).

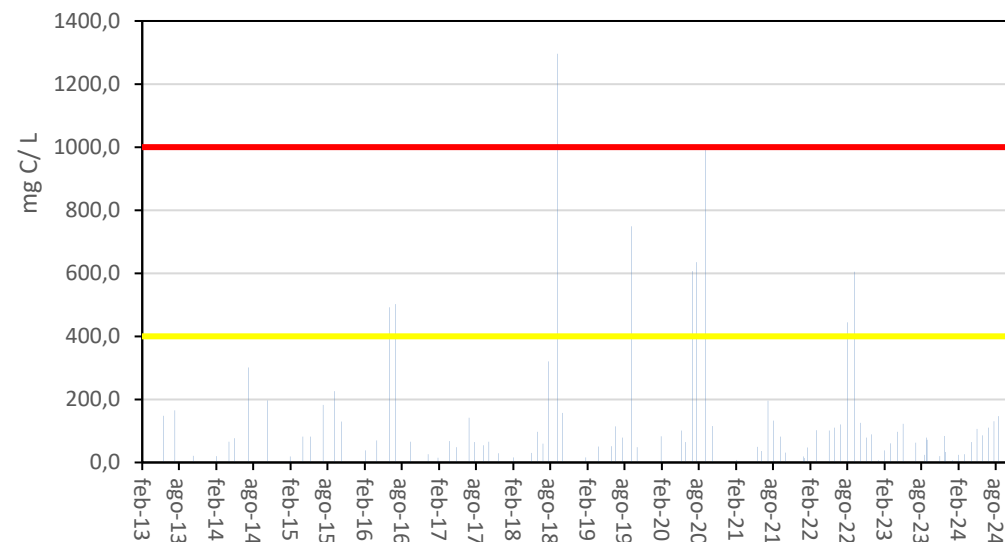


[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

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

Andamento delle concentrazioni di TEP nel periodo 2013-2024 misurate a Ghiffa

TEP (media annua integrata nella zona eufotica) a Ghiffa



Obiettivo

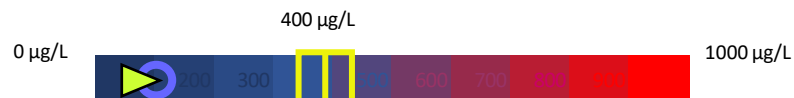
Concentrazione media annua di TEP < a 400 µg C/L
nello strato 0-20 m (Ghiffa)



Stato attuale



Stato al 2015



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

DESCRIPTORI

Carico di Azoto

Carico di Fosforo

OBIETTIVO

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

STATO E TENDENZA

La CIPAI monitora regolarmente i carichi di fosforo e azoto apportati a lago dalle acque immissarie mediante campionamenti ed analisi mensili dei principali tributari del Lago Maggiore. I carichi totali di P e N a lago nel 2024 sono stati pari a 222 t P/a e 10900 t N/a, superiori a quelli del 2023 e in generale a quelli dell'ultimo decennio. Il valore elevato del 2024, che nel caso del P ha superato la soglia delle 200 t/anno, è riconducibile alle precipitazioni abbondanti e quindi ai deflussi superiori alla media che hanno caratterizzato soprattutto i mesi primaverili ed autunnali. Si deve comunque tenere conto del fatto che i carichi si caratterizzano proprio per un'elevata variabilità interannuale dovuta alle condizioni meteo-idrologiche. Considerando gli andamenti nel lungo periodo, i carichi di P nell'ultimo decennio si confermano abbastanza stabili e prevalentemente al di sotto delle 200 t P/a, mentre i carichi di N oscillano tra valori inferiori alle 5000 t N/a (2022) e valori superiori alle 10000 t N/a (2024).

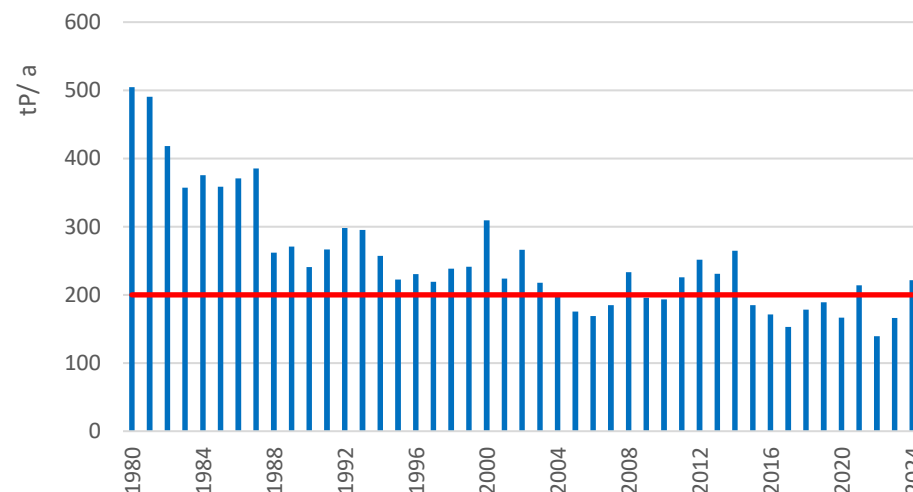


[Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

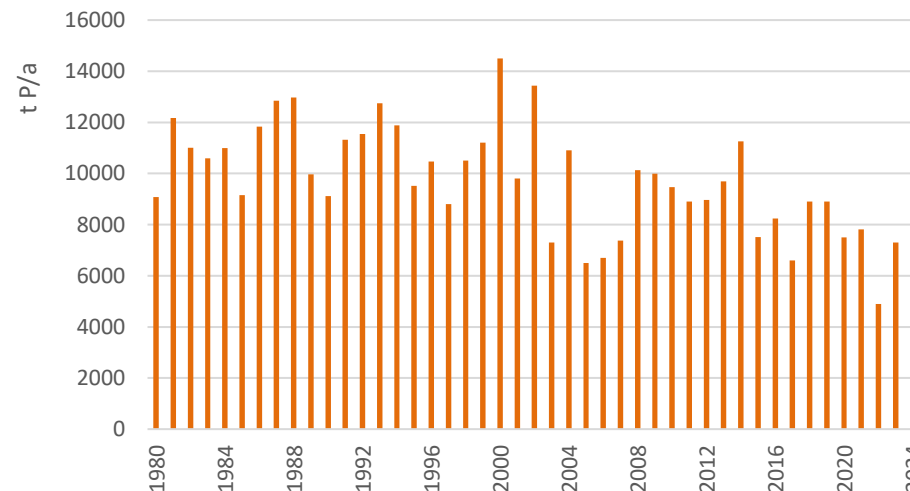
Apporti di nutrienti a lago derivanti dalle acque dei tributari, dalla fascia rivierasca e dalle precipitazioni

Apporti di nutrienti a lago, dal 1980 al 2024: 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. Nel 2024, le concentrazioni su peso secco di DDx totali nei sedimenti del Toce e del Ticino Emissario sono rimaste in linea con gli anni precedenti.

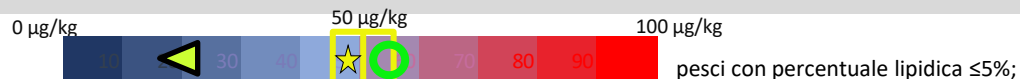
Negli organismi, il DDT si accumula nei tessuti grassi, perciò per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione in proporzione alla massa lipidica (fig. 2). Anche negli organismi si ha una forte variabilità legata alle condizioni meteorologiche e alla fisiologia degli organismi, 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 2024, il valore soglia di 50 µg/kg non è stato superato in nessuna delle specie analizzate. Le concentrazioni di DDx nel gardon si confermano essere le più contenute tra le specie analizzate.

Nella rappresentazione dello stato attuale si è tenuto conto del valore medio di concentrazione osservato nei pesci (23 µg/kg), 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%
Stato attuale
Valore massimo di concentrazione osservato
Stato al 2010



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

DDX

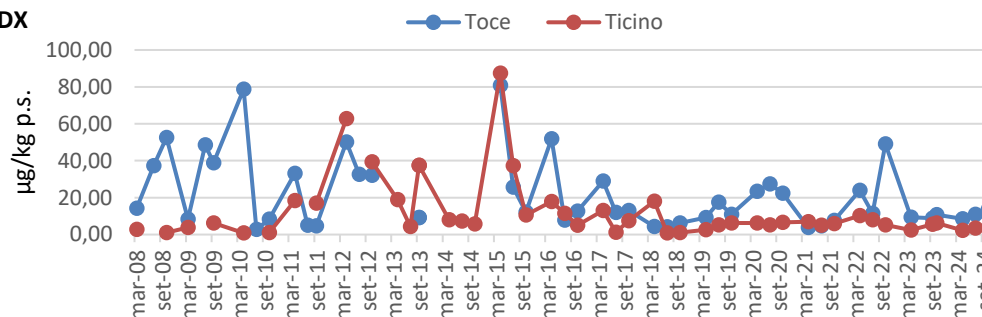


Fig. 1 – Concentrazione di DDx nei sedimenti del Fiume Toce e Ticino emissario

DDX lipidi

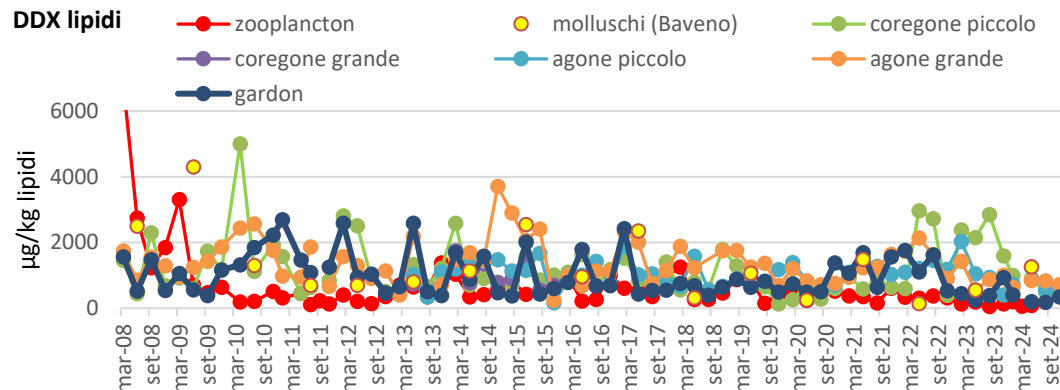


Fig. 2 – Concentrazione di DDx (in µg/kg lipidi) nel biota del Lago Maggiore

DDX

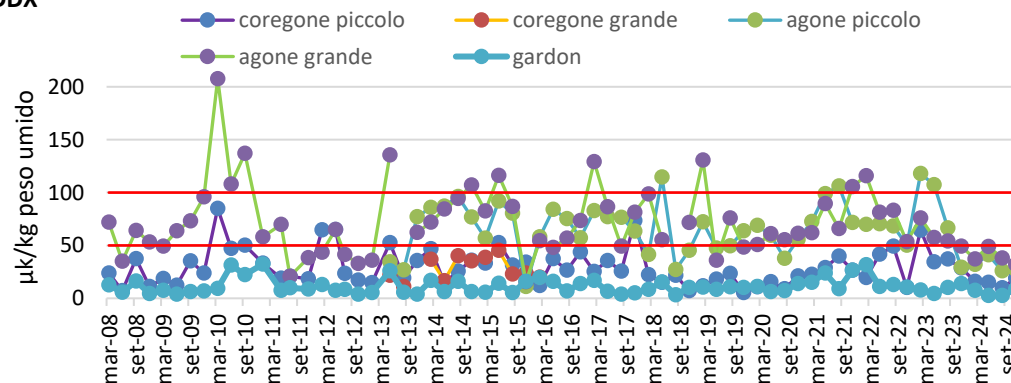


Fig. 3 – Concentrazione di DDx (in µg/kg peso fresco) nei pesci del Lago Maggiore

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.

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, Toce, Margorabbia, Tresa sono simili a quelle degli anni precedenti, sempre inferiori a 20 µg/kg (fig. 1). Poiché negli organismi i PCB si accumulano nei tessuti grassi, per confrontare tra loro specie diverse occorre esprimere la concentrazione sul peso lipidico (fig. 2). Si nota una forte variabilità legata alla variabilità degli apporti, con concentrazioni minori nei molluschi rispetto ai pesci, come atteso.

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 2024. 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

0 µg/kg p.f. F-TEQ

6,5 µg/kg p.f. F-TEQ

15 µg/kg g p.f. F-TEQ



Concentrazione di inquinanti organici clorurati

PCB

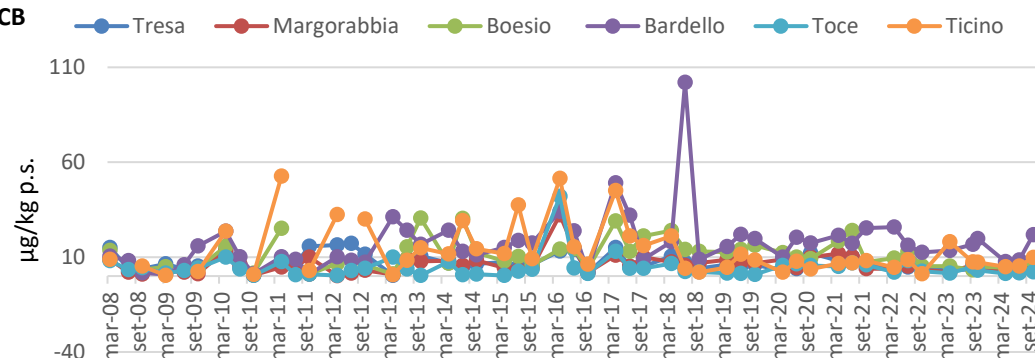


Fig. 1 – Concentrazione di PCB nei sedimenti di alcuni immissari e del Ticino emissario

PCB

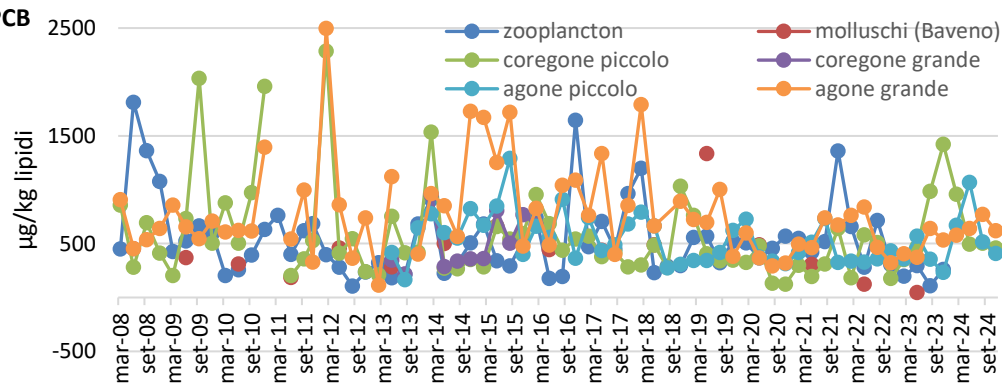


Fig.2– Concentrazione di PCB nel biota del Lago Maggiore

PCB-dl

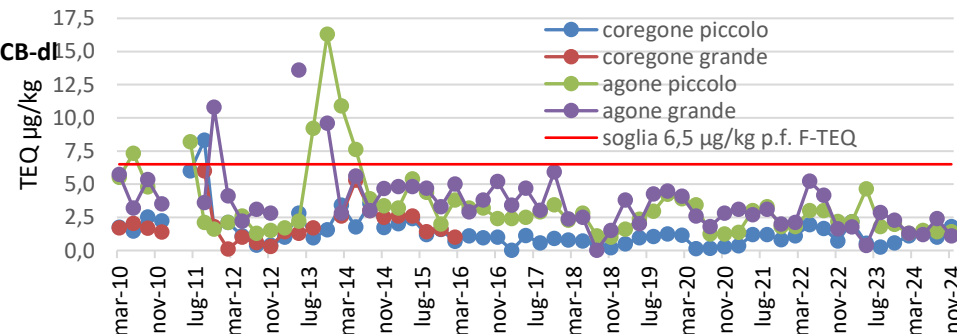


Fig. 3– Valori di tossicità equivalente (TEQ) dei PCB-dl nei pesci del Lago Maggiore

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 CIPAIIS, 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 dallo sversamento di prodotti petroliferi e dai sottoprodotti delle combustioni incomplete di composti organici.

Nei vertebrati, compresi i pesci, gli IPA sono metabolizzati determinando, quindi, una sottostima del bioaccumulo. Per questo, nell'ambito della CIPAIIS, gli IPA sono stati analizzati soltanto nei molluschi (Unio) e nei sedimenti dei tributari 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 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 2024 le analisi di IPA nei sedimenti sono state effettuate su tutti i tributari e sul Ticino Emissario. Rispetto al 2023, i risultati hanno mostrato una diminuzione dei valori di IPA in tutti i tributari.

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 nel Tresa, e nel 2019 e 2022 nella maggior parte delle stazioni. L'aumento più rilevante si è però registrato nel 2023 in tutte le stazioni. Mentre negli anni precedenti l'origine potrebbe essere di natura prettamente pirogenica, ossia legata a combustioni incomplete di materiali organici, nel 2023 l'analisi ha rilevato una prevalenza di composti riconducibili a un rilascio di idrocarburi, le cui sorgenti non sono al momento note.

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

IPA nei sedimenti

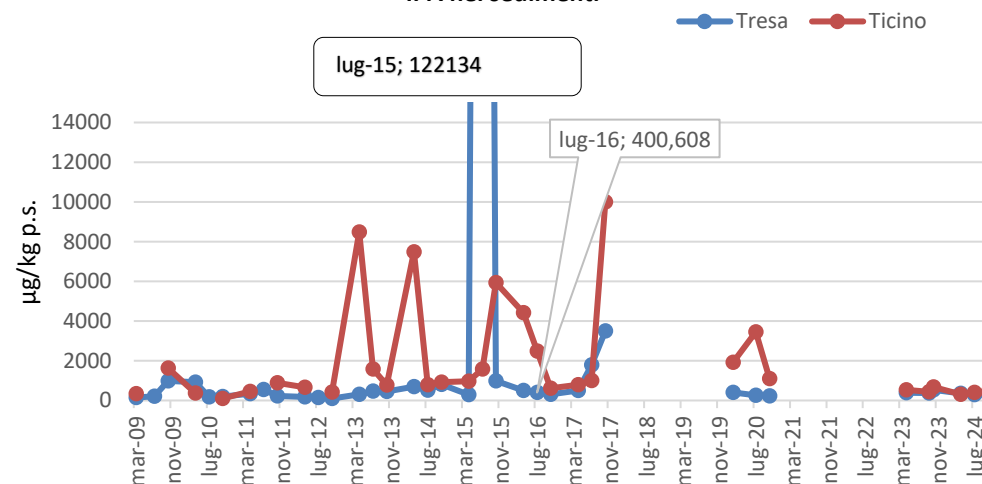


Fig. 1 – Concentrazione di IPA nei sedimenti del Tresa e del Ticino emissario

IPA molluschi

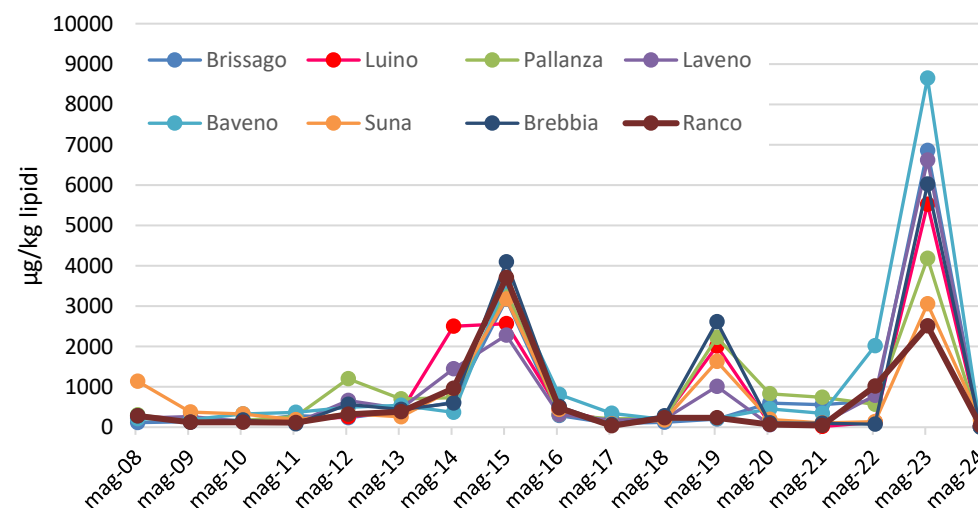


Fig. 2 – Concentrazione di IPA nei molluschi del Lago Maggiore

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 sono rappresentati i fiumi più contaminati da PBDE che sono, come gli anni precedenti, il Boesio, il Bardello e il Ticino emissario. Si nota una progressiva diminuzione delle concentrazioni.

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-209, 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).

Concentrazione di inquinanti organici persistenti: i ritardanti di fiamma

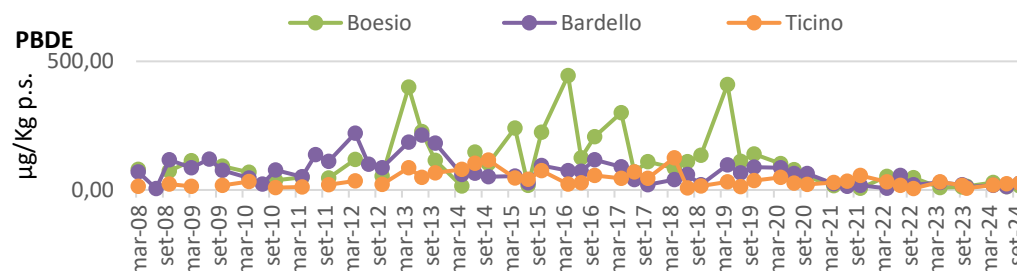


Fig. 1 – Concentrazione di PBDE nei sedimenti di alcuni immissari e del Ticino emissario

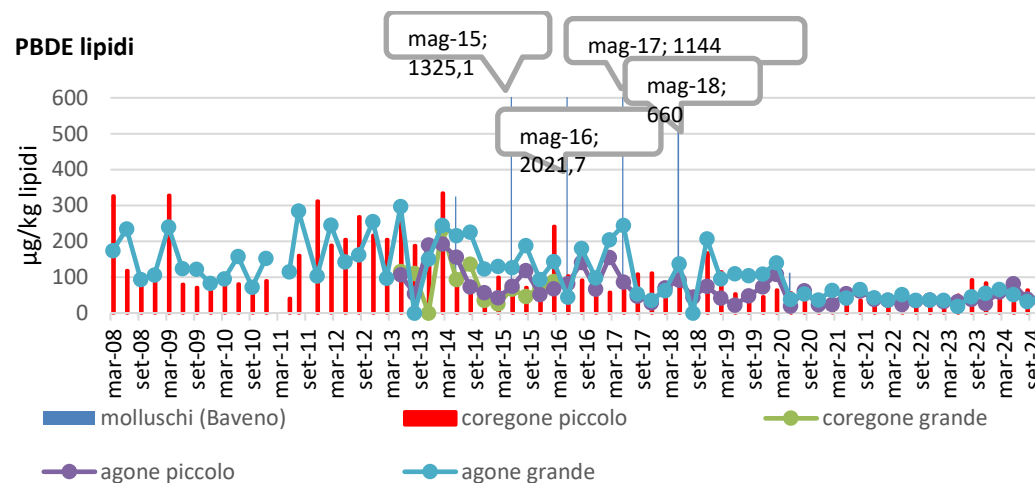


Fig. 2 – Concentrazione di PBDE nel biota del Lago Maggiore

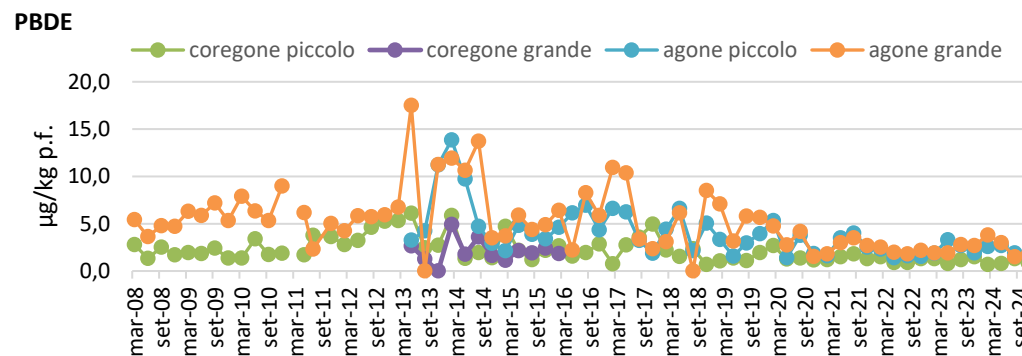


Fig. 3 – Somma delle concentrazioni dei PBDE 28, 47, 99, 100, 153 e 154 nei pesci

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

DESCRITTORE

Mercurio

OBIETTIVO

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 e del Ticino emissario (fig. 1) sono risultate più elevate in quest'ultimo, ma nel 2024 i valori risultano tutti inferiori al cb-TEC (*consensus-based Threshold Effect Concentration*), ossia la soglia al di sotto della quale non sono attesi effetti avversi sugli organismi acquatici. In questi fiumi i valori sono aumentati rispetto a quelli del 2022 e 2023, in relazione all'abbondante piovosità del 2024, dopo il periodo di estrema siccità del 2021-2022.

I valori nel Toce sono risultati contenuti, come atteso dopo l'evento di piena eccezionale di ottobre 2020 e i successivi anni siccitosi, ma registrano un lieve aumento rispetto al 2023. 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. Nella rappresentazione dello stato dell'indicatore è stato considerato il valore medio annuale di concentrazione nei pesci. Le concentrazioni di mercurio nel pesce sono sempre superiori allo standard di qualità. L'analisi del metilmercurio, ossia della forma più tossica e bioaccumulabile del mercurio, ha evidenziato che la totalità del Hg negli agoni piccoli è in forma organica (100%), mostrando l'efficienza del fenomeno di biomagnificazione, che determina un aumento dei livelli del contaminante lungo le catene trofiche, fino ai predatori terminali.

[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



Concentrazione di metalli potenzialmente tossici

Hg

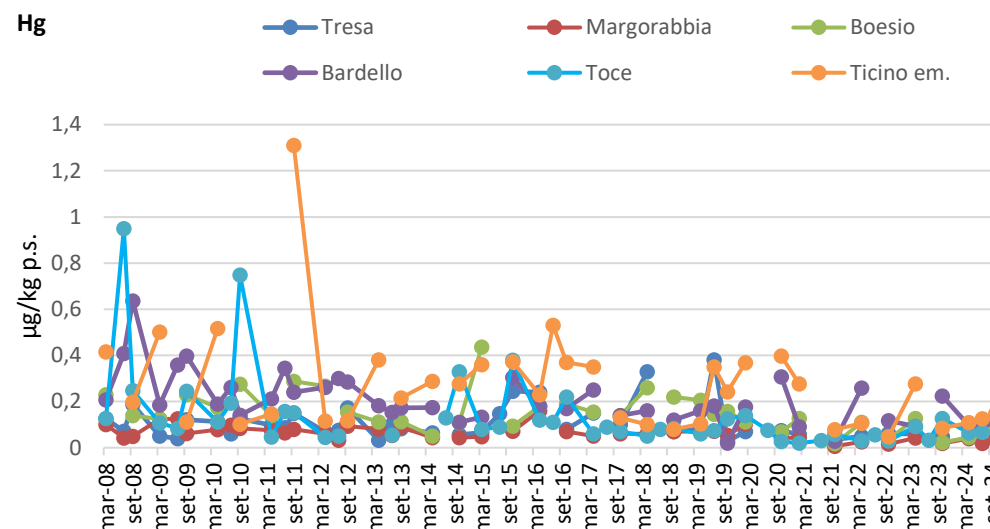


Fig. 1 – Concentrazione di mercurio nei sedimenti dei tributari e Ticino emissario

Hg

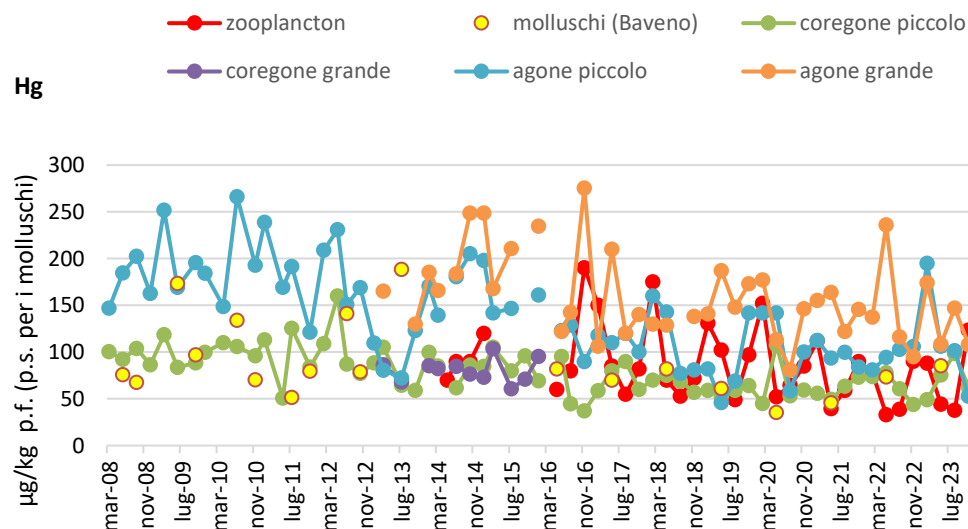


Fig. 2 – Concentrazione di mercurio in Unio (molluschi), nello zooplancton e in due specie di pesci del Lago Maggiore

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Dati aggiornati al 2023

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

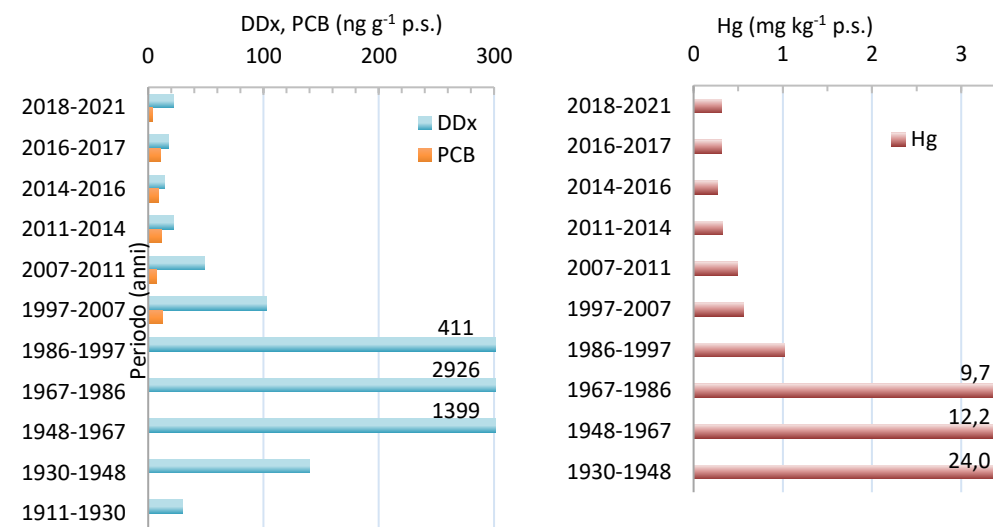


Fig. 1 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB e Hg nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (stazione B3)

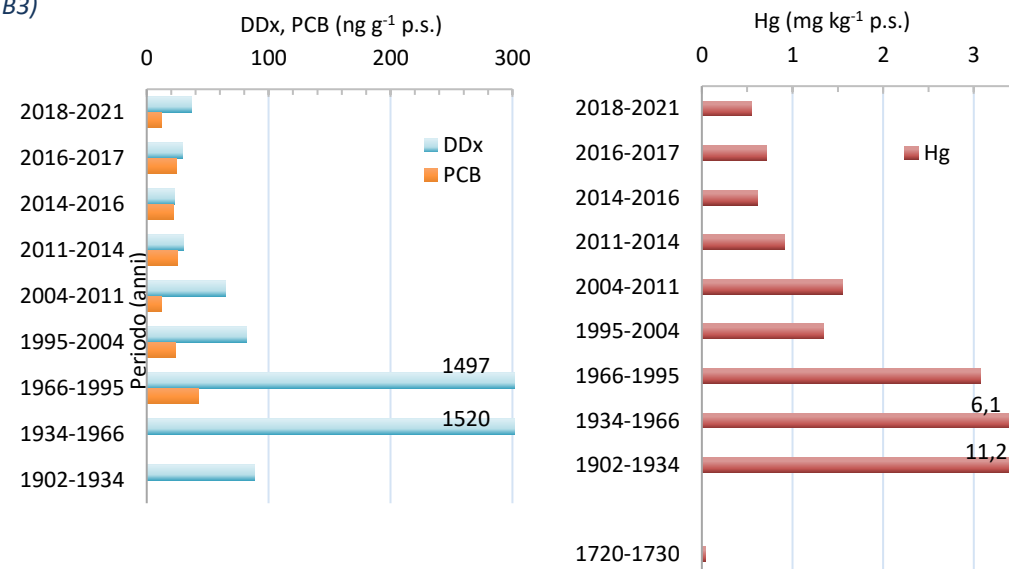


Fig. 2 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB e Hg nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati alla chiusura del bacino, in prossimità di Arona (stazione n. 28)

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Dati aggiornati al 2023

DESCRITTORE

Carote di sedimento di DDT, PCB, Hg, Cd, Pb e Cu

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) ed elementi in traccia (Hg, Cd, Pb e Cu) 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 dall'analisi di carote che coprono un arco temporale di 20-30 anni, permettendo di analizzare gli andamenti del periodo più recente, caratterizzato dal recepimento di importanti normative in campo ambientale, tra cui la Direttiva Europea sulle Acque (WFD 2000/60/CE).

Tutti i contaminanti mostrano concentrazioni maggiori nella carota prelevata nella parte meridionale del bacino, dove la cuvetta lacustre tende ad accumulare sedimenti fini veicolati da tutto il lago, nei quali queste sostanze tendono ad accumulare, grazie alla loro affinità con la sostanza organica e/o con le argille.

Gli andamenti mostrano un decremento significativo per DDx, PCB, Pb, e Cu. Nel caso del DDT, la produzione è stata interrotta nel 1996, ma permane una contaminazione residua legata alla persistenza del contaminante nel comparto dei sedimenti. Per i PCB, dopo il periodo di massima produzione e utilizzo riferibile agli anni 1960, si osserva una presenza residua del contaminante anche negli anni più recenti, derivante da apporto diffuso, veicolato in particolare dai tributari della sponda lombarda, fortemente antropizzata. Per Pb e Cu, il miglioramento del collettamento e trattamento di acque reflue (es. clariflocculazione) e di fumi, i cambi di uso (es. abolizione totale delle benzine a base di piombo dal 2001), nonché un aumento del riciclo (es. Cu), hanno verosimilmente ridotto progressivamente gli input in ambiente di questi metalli.

Meno chiari sono gli andamenti temporali di Hg e Cd. Per il Hg, l'apporto maggiore deriva dai sedimenti del Toce, contaminati a seguito dell'attività di un impianto cloro-soda con celle a catodo di mercurio attivo dall'inizio del secolo scorso fino al 2018, ma sussistono sorgenti residuali e diffuse in tutto il bacino imbrifero, anche in virtù della capacità del contaminante di viaggiare nel comparto atmosferico. La grande pervasività ambientale di questo metallo ne determina l'elevata persistenza nel tempo e il trasferimento al biota. Per il Cd, le concentrazioni osservate sono piuttosto stabili nel tempo: questo metallo può derivare dal dilavamento di suoli, ma anche da processi industriali (es. anticorrosivo per metalli, additivo di plastiche, batterie Ni-Pb, ecc.) e da emissioni atmosferiche, generate ad esempio da inceneritori di rifiuti e da combustibili fossili.

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

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

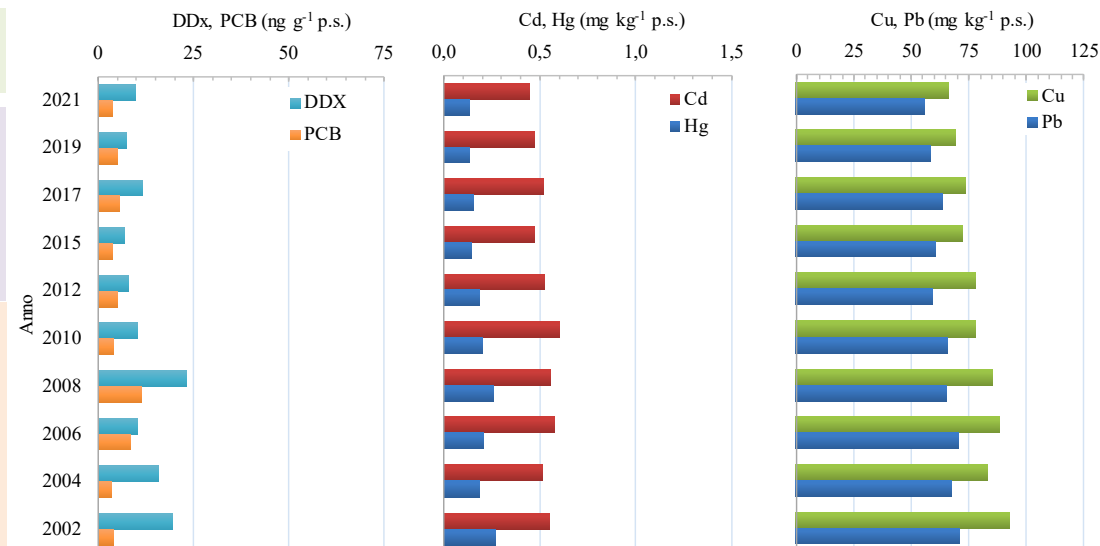


Fig. 1 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB ed elementi in traccia (Hg, Cd, Pb e Cu) nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce (stazione n. 17)

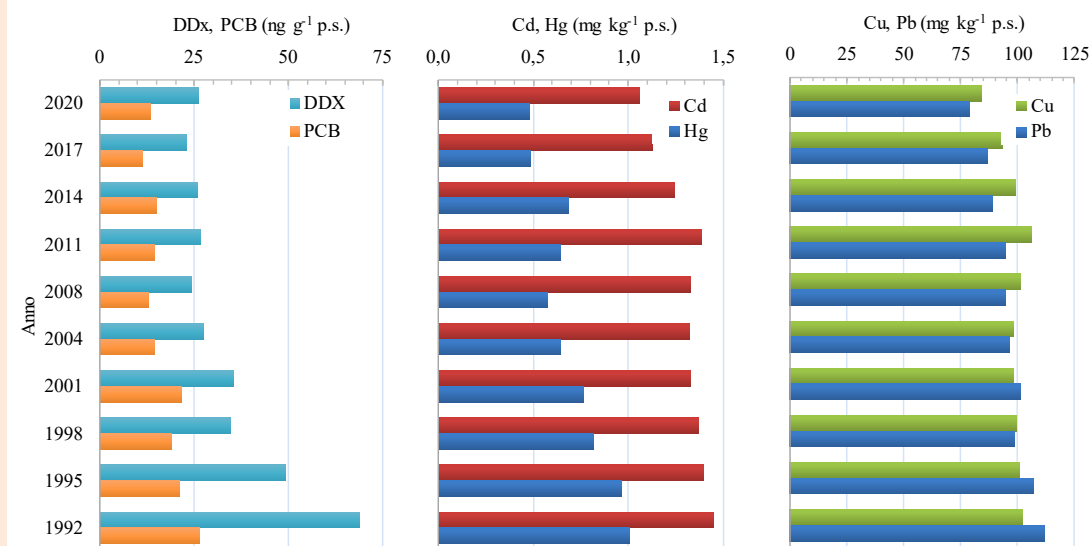


Fig. 2 – Evoluzione temporale delle concentrazioni di DDx, PCB ed elementi in traccia (Hg, Cd, Pb e Cu) nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati alla chiusura del bacino, in prossimità di Arona (stazione n. 28)

L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

Dati aggiornati al 2023

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

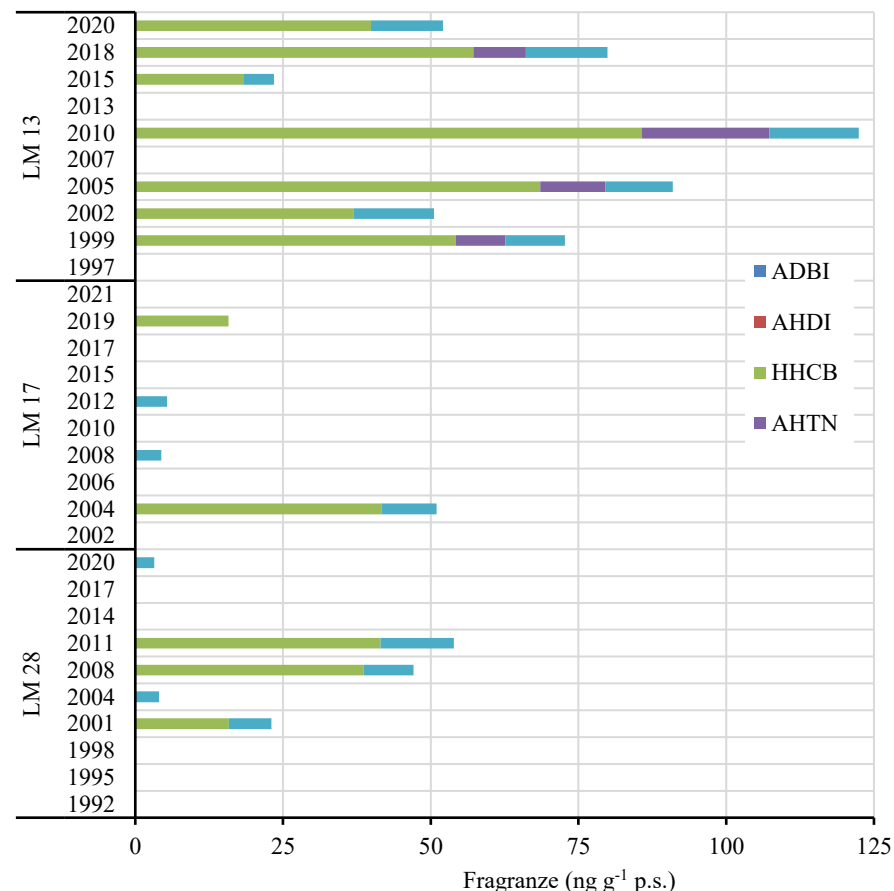
STATO E TENDENZA

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. Per quanto riguarda i sedimenti del Lago Maggiore, nel corso del 2023 le fragranze sintetiche sono state misurate in carote prelevate nel Bacino di Pallanza in prossimità della confluenza del Fiume Toce e nella zona di chiusura del bacino, in prossimità di Arona. I valori più elevati sono stati ritrovati nella carota più litoranea prelevata nel Bacino di Pallanza, probabilmente la più influenzata dalle attività antropiche sulle sponde del Lago (fig. 1). Nel biota, le fragranze sono state misurate nel 2023 nel mollusco bivalve *Corbicula fluminea*, con concentrazioni più elevate lungo la sponda lombarda, soprattutto nelle vicinanze dei principali centri abitati, e negli agoni, i cui esemplari di taglia più piccola hanno registrato i valori più alti durante tutto l'anno. In tutte le matrici i composti maggiormente ritrovati sono stati il Galaxolide (HHCB) e il suo metabolita ossidato Galaxolidone (HHCB-L), in linea con l'ampio uso di questo composto nei prodotti di pulizia e cura della persona.

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

Concentrazione di fragranze nei sedimenti dei tributari del Lago Maggiore

Fig. 1. Concentrazioni di fragranze nei sedimenti del Lago Maggiore prelevati nel Bacino di Pallanza (carote n. 13 e n. 17) e alla chiusura del bacino (carota n. 28).



L4 2 MICROINQUINANTI NELL'ECOSISTEMA LACUSTRE

DESCRITTORE

Microplastiche nell'acqua e nel biota

OBIETTIVO

Monitorare la presenza e la tendenza temporale delle plastiche nelle acque del lago e nei pesci, al fine di valutare l'entità e le caratteristiche dell'inquinamento plastico nel Lago Maggiore. La normativa italiana e svizzera attualmente non stabilisce ancora standard quantitativi per le microplastiche nei corpi idrici, ma riconosce la loro potenziale pericolosità per gli ecosistemi e la salute umana. Il monitoraggio contribuisce quindi alla messa a punto metodi standardizzati al fine di implementare le strategie di mitigazione per ridurre la presenza delle plastiche negli ambienti lacustri.

STATO E TENDENZA

Lo studio delle microplastiche nel Lago Maggiore ha monitorato la presenza, le caratteristiche e la variabilità stagionale delle plastiche galleggianti sulla superficie e nella colonna d'acqua, oltre a quelle ingerite dai coregoni. Il monitoraggio è stato condotto per tutto il 2022 con campionamenti mensili. I dati raccolti indicano una marcata eterogeneità nei livelli di contaminazione (fig. 1): le densità di plastiche superficiali variano da un minimo di 0,02 plastiche/m³ in settembre a un massimo di 0,29 plastiche/m³ in dicembre, circa 13 volte superiore. Nella colonna d'acqua le concentrazioni oscillano fra 0,12 e 0,25 plastiche/m³. Le plastiche rilevate sono costituite principalmente da fibre e frammenti, mentre pellets (tipici dell'attività industriale) sono stati raramente riscontrati. Le microplastiche (≤ 1 mm) prevalgono in febbraio-aprile, mentre in altri mesi dominano le mesoplastiche (1–10 mm); le macroplastiche (>10 mm) sono rare. Questa composizione suggerisce che la contaminazione sia dovuta quasi esclusivamente a fonti domestiche: fibre derivanti dal lavaggio di indumenti sintetici e frammenti provenienti dalla degradazione di rifiuti plastici abbandonati. Il poliestere — legato all'abbigliamento sintetico — è il polimero più comune nelle fibre, seguito da polipropilene e polietilene nei frammenti, materiali di largo impiego nell'industria.

Nei coregoni, le plastiche ingerite riflettono le tipologie presenti in ambiente, con una netta preponderanza di fibre. Le plastiche rinvenute nel tratto gastrointestinale dei pesci sono costituite principalmente da poliestere e poliammide (materiali tessili), ma anche da polietilene, polipropilene e polistirene. L'ingestione è stata rilevata in media nel 53% dei pesci analizzati, con valori che variano dal 33% di marzo al 67% di ottobre (fig. 2). Il numero medio di plastiche per individuo è compreso tra 0,3 (marzo e aprile) e 1 (agosto e settembre), con un massimo di 3 plastiche in un singolo individuo. Le frequenze di ingestione dei pesci appaiono più associate alla torbidità dell'acqua che alla semplice concentrazione di plastiche o di prede, suggerendo un'influenza delle condizioni ambientali sull'esposizione. Nessuna microplastica è stata rilevata nel fegato e nel filetto dei pesci analizzati, sebbene non si possa escludere la presenza di particelle al di sotto della soglia di rilevabilità della tecnica utilizzata.

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

Concentrazione delle plastiche nelle acque e nel tratto gastrointestinale di coregoni

Fig. 1. Andamento delle concentrazioni delle plastiche nella colonna d'acqua 0 – 50 m (in rosso) e sulla superficie (in blu) del L. Maggiore

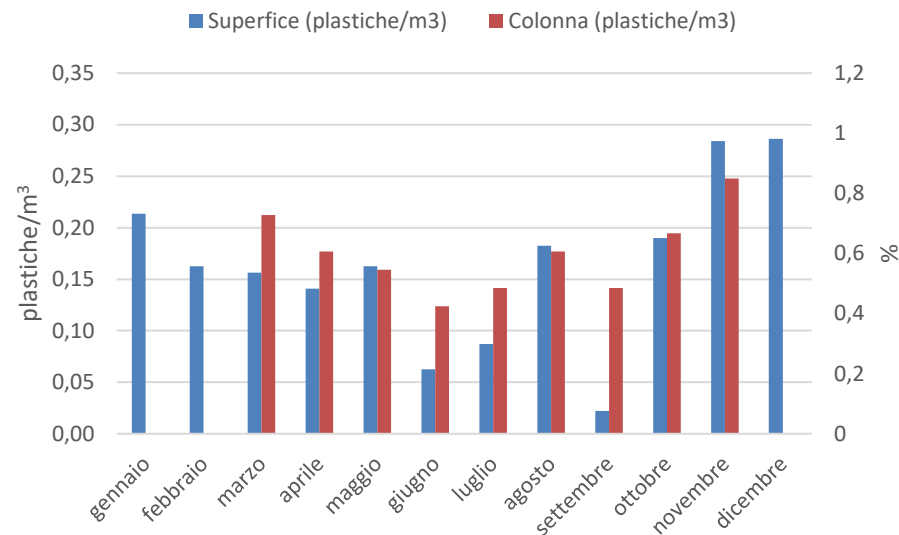
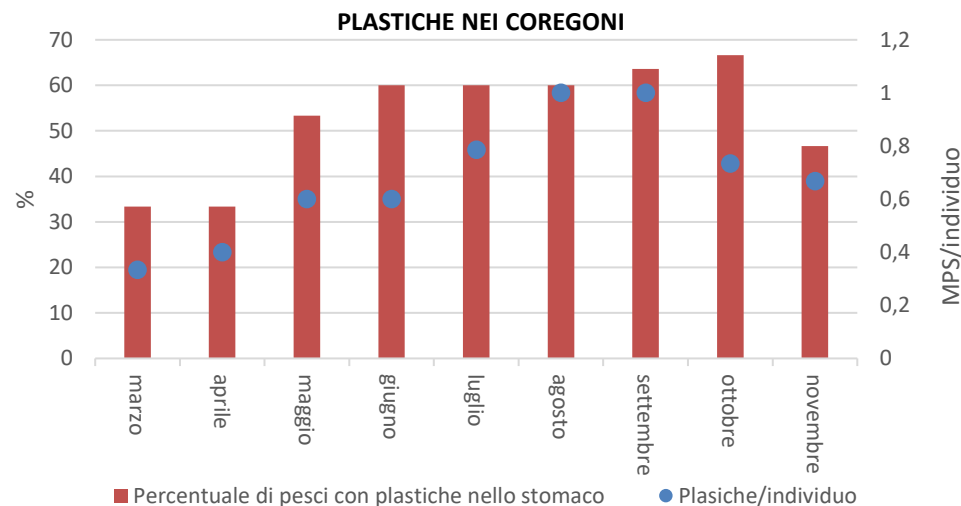


Fig. 2. Presenza di plastiche nel tratto gastrointestinale dei coregoni analizzati. Le barre indicano la percentuale di individui con plastica (asse sinistro), i punti mostrano la media di plastiche per individuo (asse destro).



B1 1 USO DEL SUOLO E URBANIZZAZIONE

Ultimo aggiornamento nel 2012

DESCRIPTORI

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

OBBIETTIVO

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.

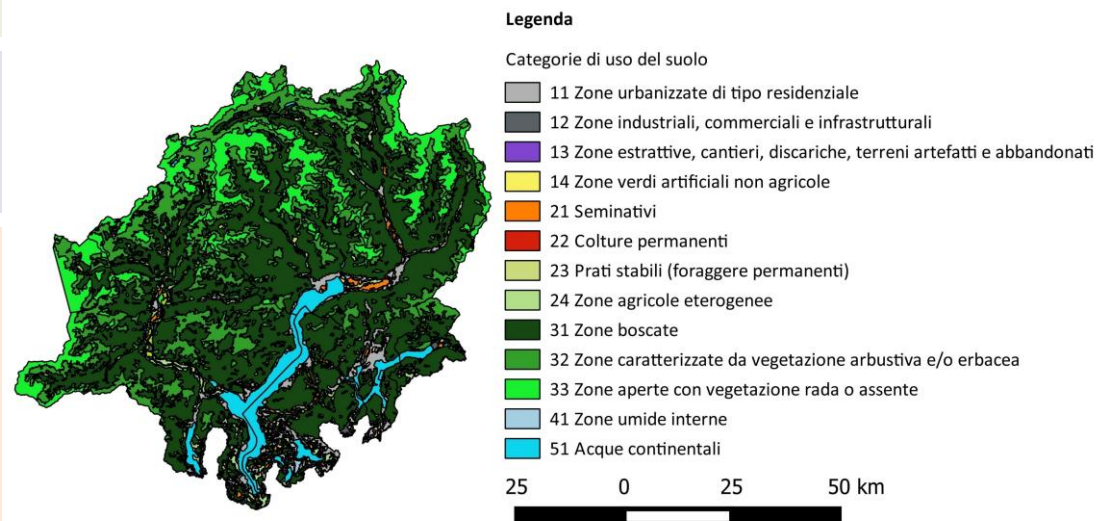
STATO E TENDENZA

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.

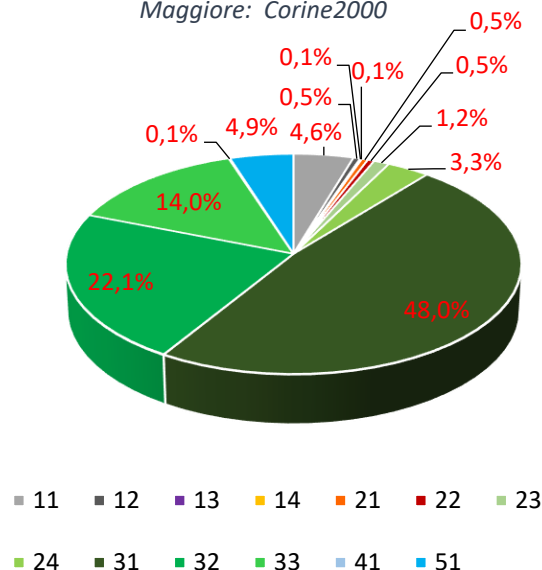
Il bacino del Lago Maggiore ricade per il 49% in territorio italiano e per il 51% in quello svizzero; la tipologia di copertura del suolo prevalente è rappresentata dalle zone boscate (circa il 50%), seguono le zone a vegetazione arbustiva o erbacea, quelle aperte con vegetazione rada o assente e le 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 22, 0,40%) e le zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea (classe 32, 0,36%).

Per maggiori dettagli [Clicca Qui](#).

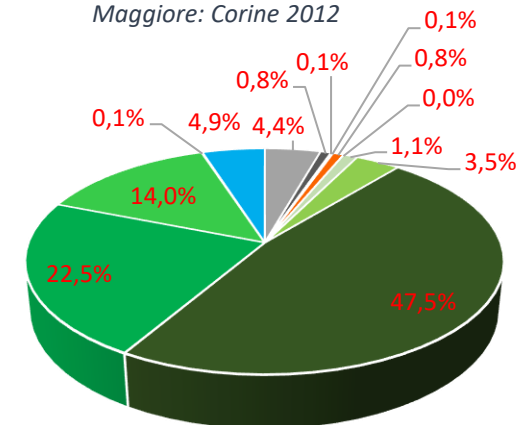
Caratterizzazione delle zone urbane ricadenti all'interno dei bacini idrografici dei laghi



Uso del suolo nel bacino del Lago Maggiore: Corine2000



Uso del suolo nel bacino del Lago Maggiore: Corine 2012



B1 2 PERCORRIBILITA' FLUVIALE DELLE SPECIE ITTICHE

Ultimo aggiornamento nel 2012

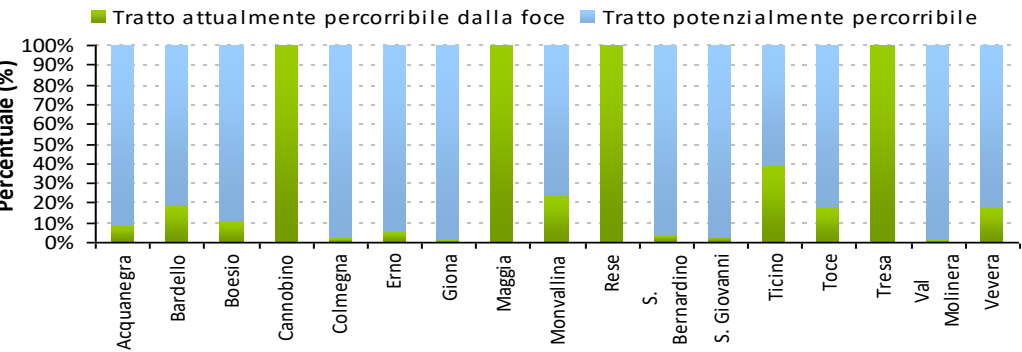
DESCRITTORI
Percorribilità dalla foce

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).

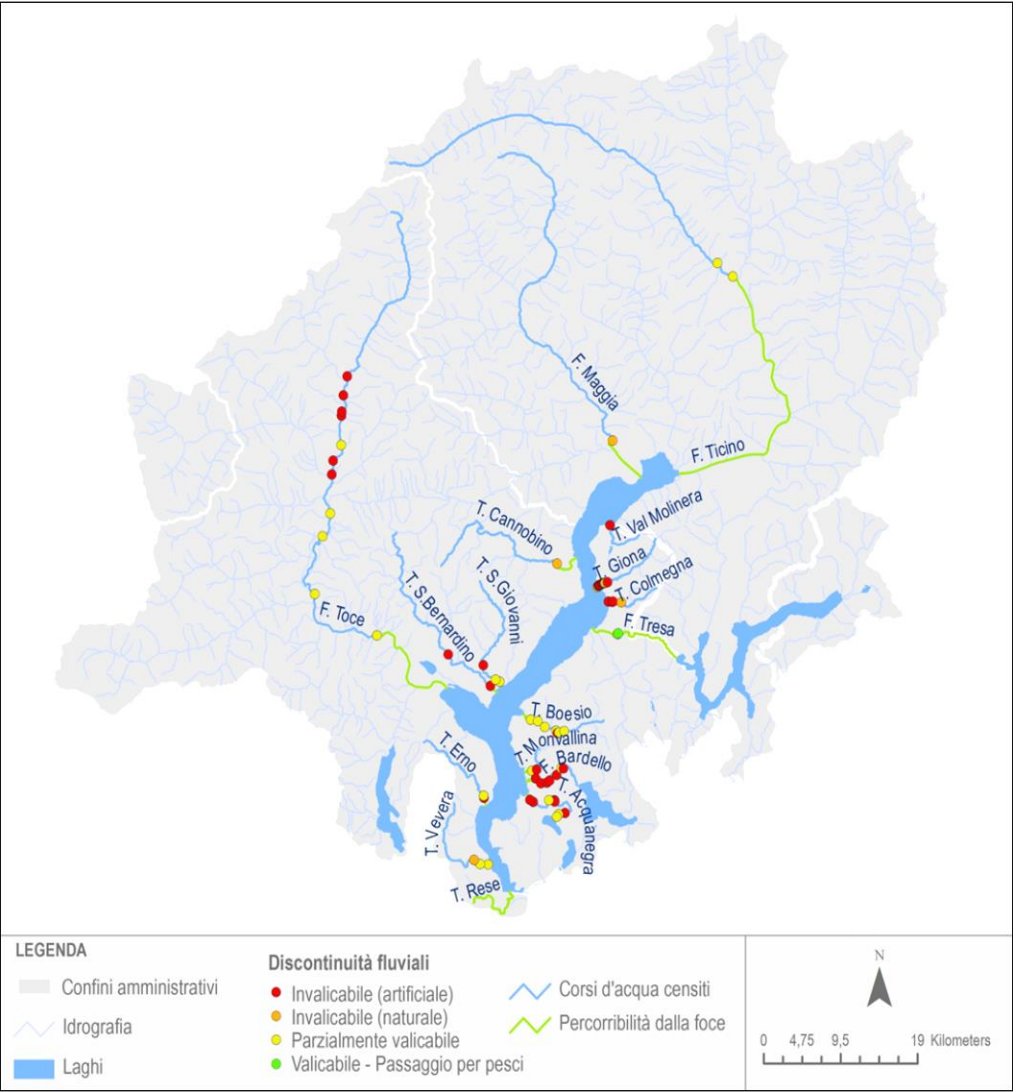
 [Clicca qui per visionare il rapporto delle ricerche](#)

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)



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

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



B3 1 ELEMENTI CHIMICO - FISICI

DESCRIPTORI

Indice LIMeco, Sistema Modulare Graduato SMG

OBIETTIVO

La legislazione svizzera non prevede l'applicazione dell'indice LIMeco (Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescriptori 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 2024 sono Acquanegra, Boesio, Giona, Margorabbia, Grantorella-Margorabbia, Colmegno, Bardello, Monvallina, Rancina, Bolletta, Solda, Cuccio, Civagno, Tresa, Rezzo - Valle del Cagna, Lagadone e Telo d'Osteno nella Lombardia; in Piemonte il fiume Toce in 4 stazioni, il t. San Giovanni di Intra e il torrente S. Bernardino.

Di questi corsi d'acqua non raggiungono lo stato almeno «buono» il torrente Acquanegra, Boesio, F. Bardello 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 l'84% delle stazioni monitorate dalle ARPA nel 2024.

Nel 2024 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 2024 secondo l'indice LIMeco, inoltre sono mostrate le stazioni di campionamento utilizzate dal CNR, che effettua i campionamenti in ambito CIPAIIS, i cui i dati sono raccolti nel relativo rapporto annuale.

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



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



Stato attuale

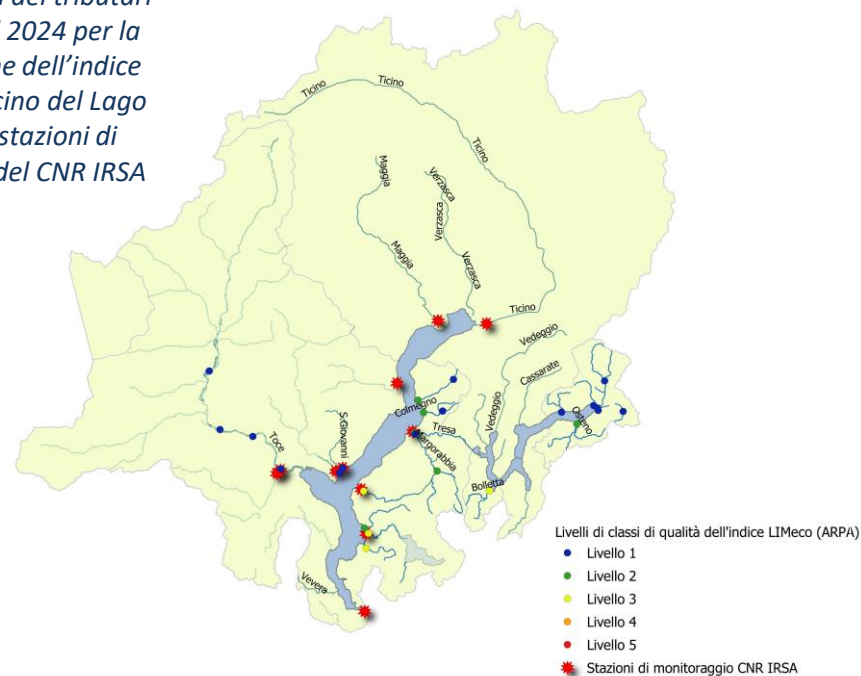
0 %



100 %

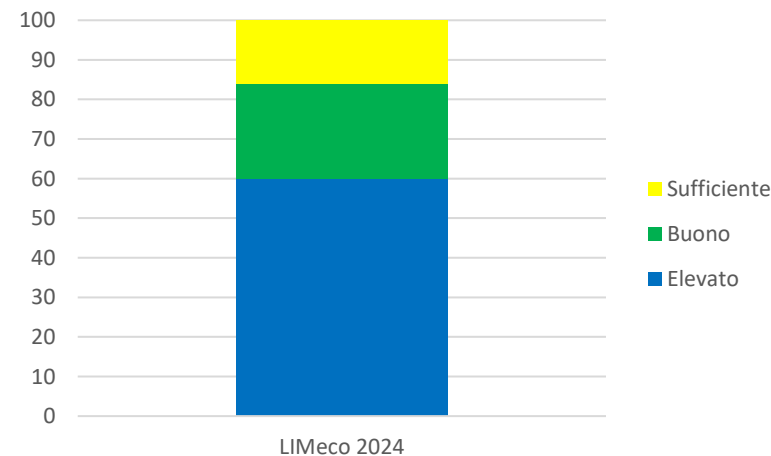
Macrodescriptori che definiscono la qualità dei corsi d'acqua in relazione ai nutrienti e all'ossigenazione

Classi di qualità dei tributari monitorati nel 2024 per la determinazione dell'indice LIMeco nel Bacino del Lago Maggiore e stazioni di monitoraggio del CNR IRSA



Ripartizione delle classi di LIMeco nel 2024 (Bacino del Lago Maggiore + Lugano)

NB:
i valori riportati nell'istogramma a destra si riferiscono al numero di stazioni a cui è stata attribuita una delle classi indicate in legenda



B3 2 MACROINVERTEBRATI BENTONICI

DESCRITTORI

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 Graduale) 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.

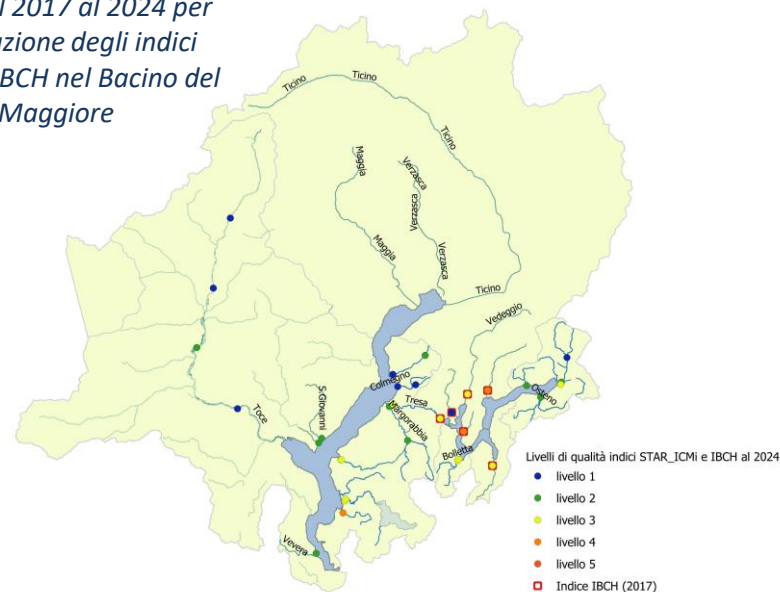
Nel 2024 l'indice Star_ICMi è stato calcolato per i tributari del Lago Maggiore da Arpa Lombardia presso le stazioni di monitoraggio del t. Cuccio, Colmegno, Margorabbia, Grantorella-Margoabbia, Tresa e Canale Lagadone; ARPA Piemonte ha eseguito i campionamenti dei macroinvertebrati presso il S. Bernardino e s. Giovanni di Intra..

Esaminando i dati pregressi raccolti dalle ARPA per l'intero bacino del Lago Maggiore dal 2018 al 2024, dei 25 corsi d'acqua monitorati per la componente macrobentonica, i fiumi Boesio, Bardello, Acquanegra, Tresa, Lagadone e Bolletta non raggiungono l'obiettivo «Buono» ([Clicca qui per aprire la tabella](#)).

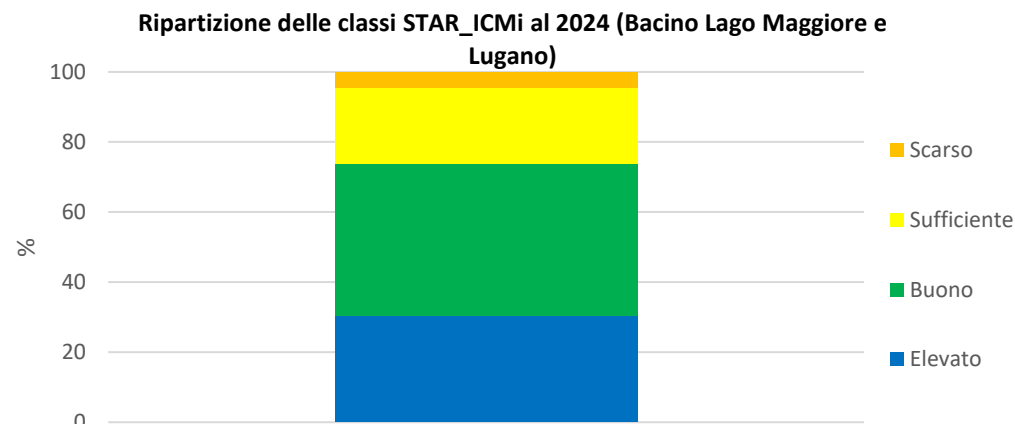
Nel 2024 non risulta rispettato l'obiettivo definito dalla CIPAIIS, poiché solo il 74% dei corsi d'acqua monitorati dal 2018 al 2024, compresi i tributari del Lago di Lugano, raggiunge lo stato buono.

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

Classi di qualità dei tributari
monitorati dal 2017 al 2024 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 -2024)



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



Stato attuale

0%



100 %

B4 2 STATO DELLE OPERE DI RISANAMENTO

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 2024 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, di cui l'impianto di Gravellona ha subito un intervento di revamping che ha portato ad un aumento della capacità autorizzata a 54.000 AE. 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 8 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 126.256 AE trattati nel 2024 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.

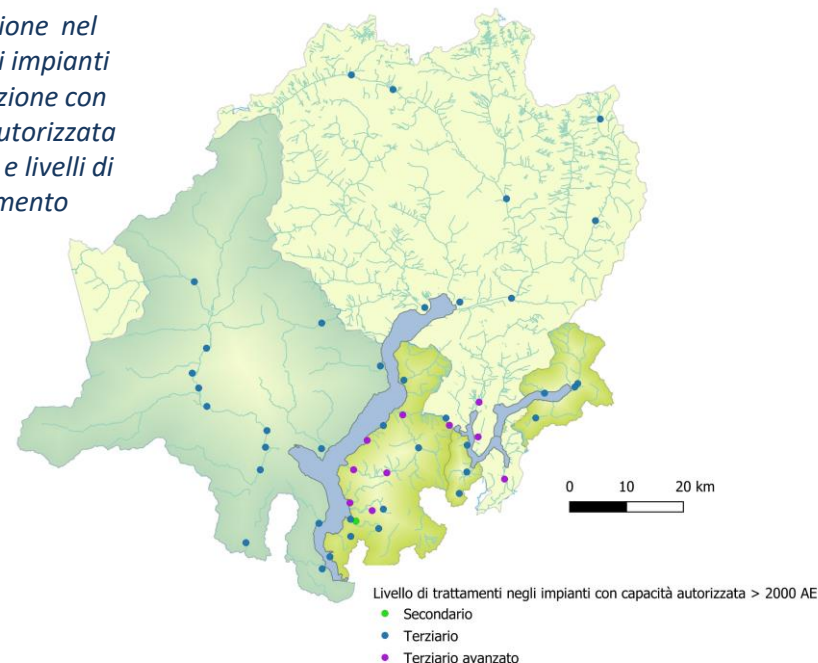
A settembre 2021 è stato messo in esercizio lo stadio di trattamento terziario di filtrazione delle acque di scarico depurate presso il depuratore di Giubiasco. Ad Airolo è in corso la progettazione di un nuovo impianto di depurazione. Una volta realizzato, il vecchio impianto verrà dismesso. A partire dal 2025 sono previsti 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).

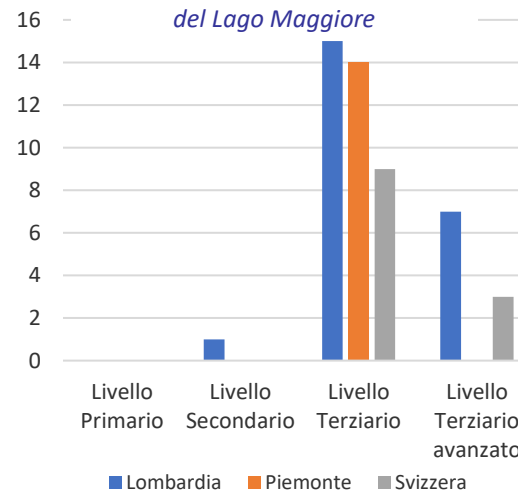
Per livello di trattamento terziario avanzato sono considerati essenziali la defosfatazione chimica e la post-denitrificazione.

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.

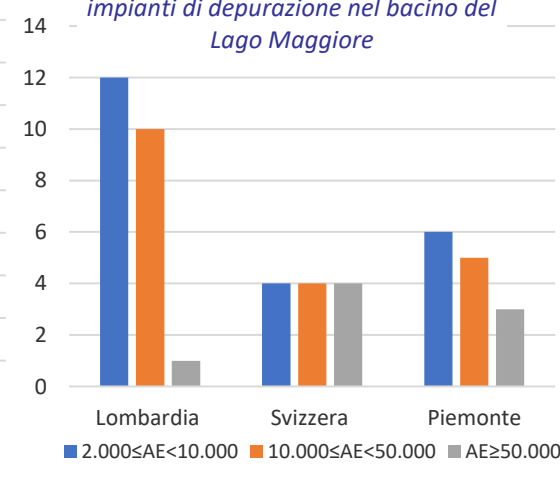
Distribuzione nel 2024 degli impianti di depurazione con capacità autorizzata ≥ 2000 AE e livelli di trattamento



Livello di trattamento nel 2024 negli impianti di depurazione del bacino del Lago Maggiore



Distribuzione nelle classi di potenzialità autorizzata nel 2024 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 2024 negli impianti di depurazione con capacità autorizzata superiore a 2.000 AE sono del 96% per il BOD, 93% 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 33,8 t/a (circa 3 t/a in meno rispetto all'anno precedente), di cui circa 6 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 31,8 t/a. In particolare nel 2024 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 12,9 t/anno complessive, con l'abbattimento del fosforo dell'83%, per un totale di 245.791 AE trattati (impianti con capacità autorizzata superiore a 2000 AE).

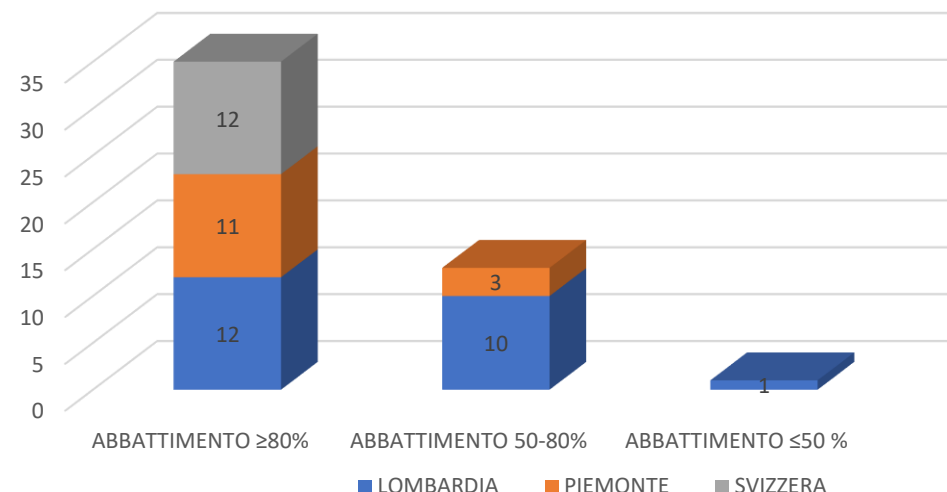
Per quanto riguarda il Piemonte, nel 2024 l'apporto complessivo di fosforo totale dei depuratori con capacità autorizzata > 2.000 AE (239.885 AE trattati) è risultato circa 10 t/anno. L'abbattimento di fosforo in uscita dagli impianti di depurazione è circa dell'88%.

Infine, l'apporto complessivo di fosforo al lago dal territorio svizzero (escluso il bacino del Lago di Lugano) è di circa 9 t/anno, considerando una popolazione trattata di 169.6025 abitanti equivalenti; l'abbattimento del fosforo totale è stato del 91% 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 75% e 94% per il fosforo totale e tra il 48% 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 71% degli impianti offre un abbattimento almeno dell'80% del fosforo totale per l'90% 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

