

Stato delle acque superficiali in Lombardia

LAGO DI MONATE

Aggiornamento 2014-2019



Dicembre 2020

Stato delle acque superficiali in Lombardia

LAGO DI MONATE

Aggiornamento 2014-2019

Autori

Franca Pandolfi, Andrea Beghi, Francesco Nastasi, Fabio Buzzi, Rosa Maria Di Piazza

U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali

Settore Monitoraggi Ambientali

Pietro Genoni

Responsabile U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali

Settore Monitoraggi Ambientali

Citare come:

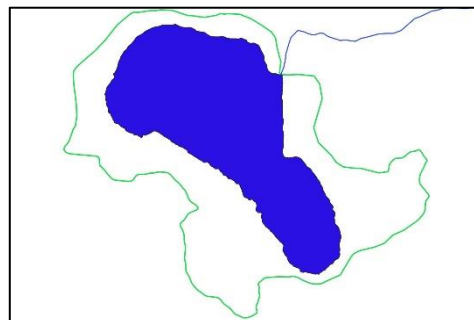
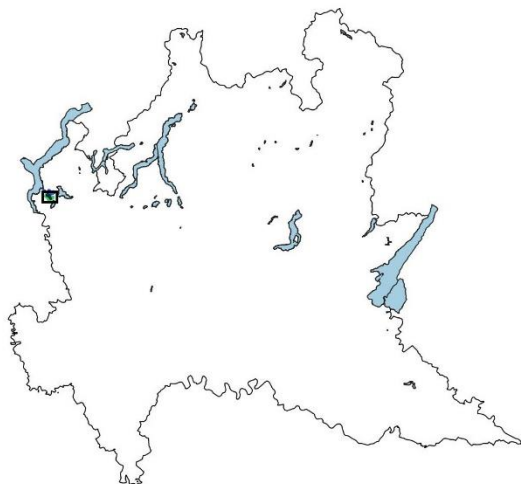
ARPA Lombardia, 2020. Stato delle acque superficiali in Lombardia. Lago di Monate. Aggiornamento 2014-2019. Settore Monitoraggi Ambientali, 18 pp.

SOMMARIO

1	INQUADRAMENTO	1
2	CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE	3
2.1	TEMPERATURA DELLE ACQUE	3
2.2	OSSIGENO DISCIOLTO	4
2.3	TRASPARENZA	6
2.4	MACRONUTRIENTI: FOSFORO E AZOTO	7
3	ELEMENTI FISICO-CHIMICI A SOSTEGNO (LTLECO)	9
4	ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA (EQB)	10
4.1	FITOPLANCTON	10
4.2	MACROFITE E FITOBENTOS	12
4.3	MACROINVERTEBRATI	13
4.4	FAUNA ITTICA	14
5	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	15
6	STATO ECOLOGICO	16
7	STATO CHIMICO	17
8	BIBLIOGRAFIA	18

1 INQUADRAMENTO

Il lago di Monate è un bacino lacustre piuttosto profondo (profondità massima 34 m) di origine glaciale situato nella fascia intermorenica prealpina.



Caratteristiche morfometriche e idrologiche del lago di Monate

Bacino idrografico

Bacino idrografico	Fiume Ticino
Area ⁽¹⁾	5,77 km ²
Altitudine massima	457 m s.l.m.
Immissari principali ⁽²⁾	-
Emissario principale ⁽²⁾	Torrente Acquanegra

Lago

Macrotipo	L2
Tipo	AL6
Area ⁽¹⁾	2,6 km ²
Rapporto area bacino/area lago ⁽³⁾	2,2
Perimetro	7,7 km
Indice di sinuosità ⁽³⁾	1,35
Profondità massima ⁽²⁾	34 m
Profondità media ⁽²⁾	18 m
Altitudine media	266 m s.l.m.
Volume ⁽²⁾	45 × 10 ⁶ m ³
Volume utile alla massima regolazione	-
Tempo teorico di ricambio ⁽²⁾	7,9 anni
Tempo reale di ricambio	-
Classificazione termica	Monomittico
Tasso di sedimentazione	-

Fonti: Osservatorio Laghi Lombardi, 2005 ad eccezione di ⁽¹⁾ PTUA 2016; ⁽²⁾ AA.VV., 2007; ⁽³⁾ dato calcolato da ARPA.

Punto di campionamento acque

Comune	Cadrezzate con Osmate
Coordinate X-Y (WGS84 UTM 32)	473484 - 5071580
Localizzazione	Punto di massima profondità

Il bacino imbrifero è costituito da un substrato roccioso di età terziaria prevalentemente impermeabile. Tale substrato è ricoperto da una coltre morenica di origine quaternaria, che ha uno spessore molto vario: da pochi metri a qualche decina di metri e, localmente, lo spessore può raggiungere anche il centinaio di metri.

Il lago, privo di immissari, è alimentato da acque sorgive e da corsi d'acqua minori a carattere torrentizio, il principale dei quali si trova nel comune di Osmate-Lentate, oltre che dall'apporto meteorico. Il suo unico emissario è il torrente Acquanegra, che si origina dalle sponde a nord-ovest del lago e sfocia nel Lago Maggiore in prossimità di Ispra.

Gli scarichi civili dei centri abitati appartenenti al bacino del lago confluiscono in un collettore circumlacuale che conduce a un depuratore situato nel comune di Travedona Monate.

Dal punto di vista termico, il lago di Monate è monomittico, in quanto la piena circolazione si verifica una sola volta all'anno, al termine della stagione invernale.

2 CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE

2.1 Temperatura delle acque

La temperatura che un lago assume in un determinato istante dipende dal suo bilancio termico, cioè dalla differenza fra gli apporti e le perdite di calore. La temperatura influenza gli ecosistemi lacustri sia in maniera diretta, agendo sul metabolismo degli organismi, che in maniera indiretta, determinando la densità delle acque e quindi anche la struttura della colonna d'acqua.

Il lago di Monate dal punto di vista della termica delle acque è classificato come monomittico, con una fase di completo rimescolamento della colonna d'acqua in inverno, di norma a gennaio-febbraio, e una stratificazione che si mantiene stabile nel periodo che va da maggio a inizio dicembre.

L'andamento della temperatura delle acque del lago, riportato in Figura 1, evidenzia una notevole differenza di temperatura tra lo strato superficiale e quello del fondo, che indica che le acque dell'ipolimnio si trovano isolate dallo strato dell'epilimnio. Quando il lago entra in circolazione la temperatura dell'acqua risulta omogenea su tutta la colonna; il valore più basso riscontrato in questa fase è stato di 4,1 °C nel febbraio 2012.

La temperatura dell'acqua è influenzata dalle condizioni meteo-climatiche; osservando il grafico della Figura 1 si può notare che nel corso degli anni le acque del corpo idrico mostrano una sensibile tendenza all'innalzamento della temperatura.

Negli anni 2015, 2016 e 2019 il lago, essendo sottoposto a monitoraggio di sorveglianza, non è stato oggetto di monitoraggio e pertanto non sono stati effettuati campionamenti ed acquisiti i relativi dati chimico-fisici.

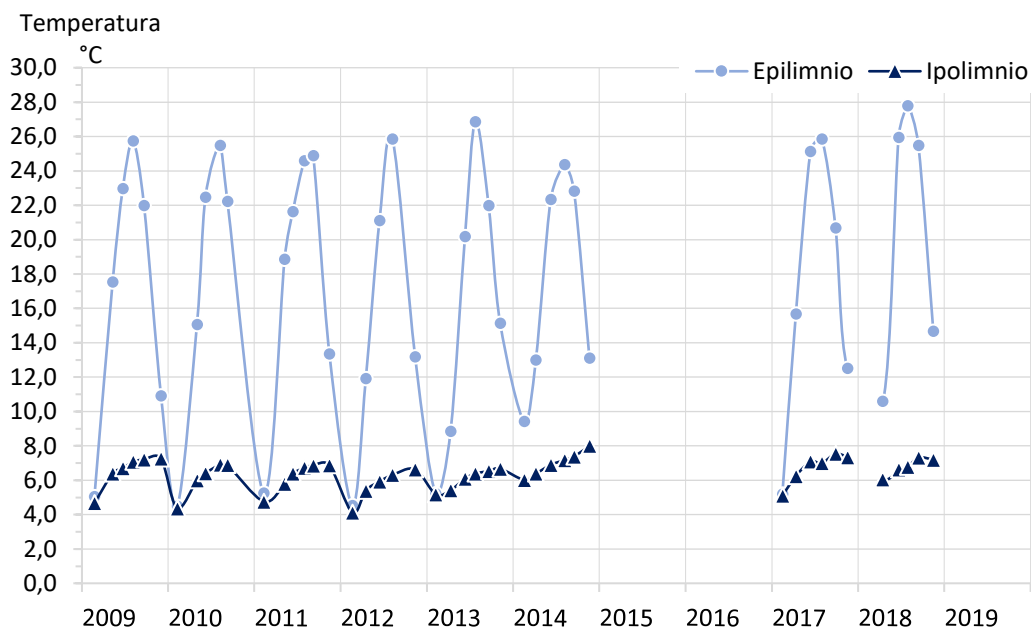


Figura 1. Andamento della temperatura delle acque in superficie e sul fondo dal 2009 al 2019.

2.2 Ossigeno disciolto

La solubilità dell'ossigeno in acqua è in relazione alla temperatura, alla pressione barometrica e all'umidità relativa dell'aria. Il profilo verticale della concentrazione dell'ossigeno disciolto è condizionato dall'attività biologica degli organismi presenti in acqua, dalla turbolenza e dalle vicende termiche del lago.

In Figura 2 è mostrato l'andamento dell'ossigeno disciolto (percentuale media di saturazione) per gli anni 2009-2019 nello strato tra la superficie e 5 metri (epilimnio nel grafico), e nello strato profondo compreso tra 13 metri e il fondo (ipolimnio nel grafico).

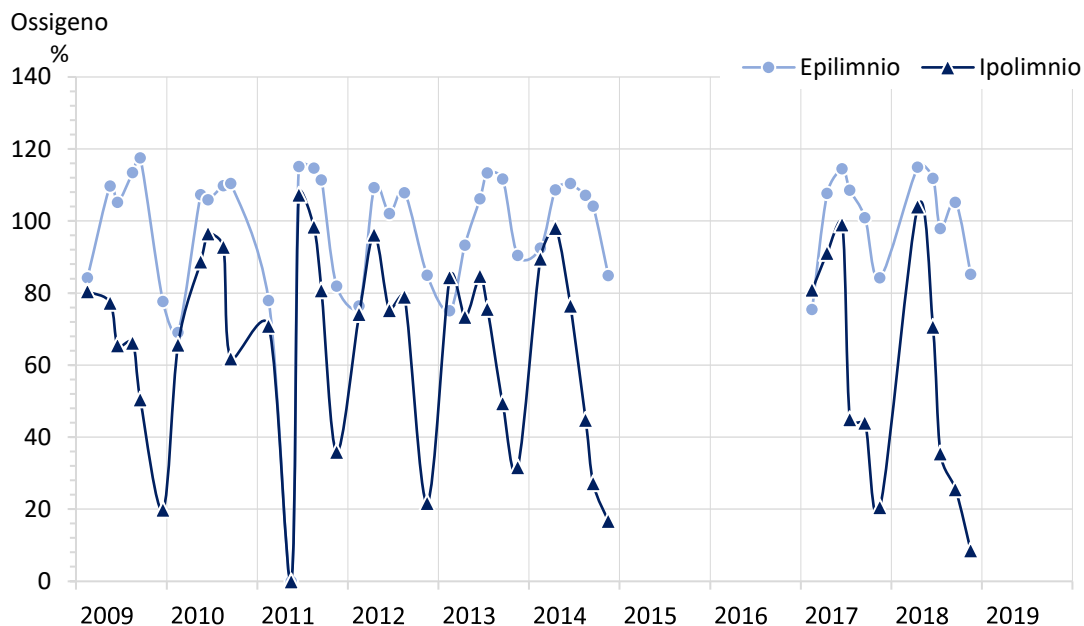


Figura 2. Andamento della saturazione dell'ossigeno disciolto in superficie e sul fondo dal 2009 al 2019.

Il grafico evidenzia una apparente diminuzione, nel corso degli anni, della percentuale di saturazione nell'ipolimnio, specialmente nei mesi estivi durante i quali la stratificazione termica non permette, a causa della diversa densità delle acque, lo scambio di ossigeno con gli strati superficiali. Nonostante la ridotta produzione primaria e le basse concentrazioni di nutrienti, è possibile che la conformazione della cuvetta lacustre, unita al prolungato isolamento delle acque più profonde, favorisca la diminuzione dell'ossigeno. Questa situazione è probabilmente accentuata dagli effetti del riscaldamento globale.

La concentrazione di ossigeno disciolto ipolimnico misurato alla fine del periodo di stratificazione viene utilizzata per il calcolo del descrittore LTLecco ai fini della classificazione dello stato ecologico; una concentrazione pari a 40% di saturazione rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco. Nella Figura 2 sono riportati i valori di saturazione dell'ossigeno disciolto nell'ipolimnio utilizzati per la classificazione dal 2009 al 2017; il dato del 2018 non è stato considerato per il calcolo dell'indice poiché le misure di ossigeno erano state effettuate a scopo conoscitivo.

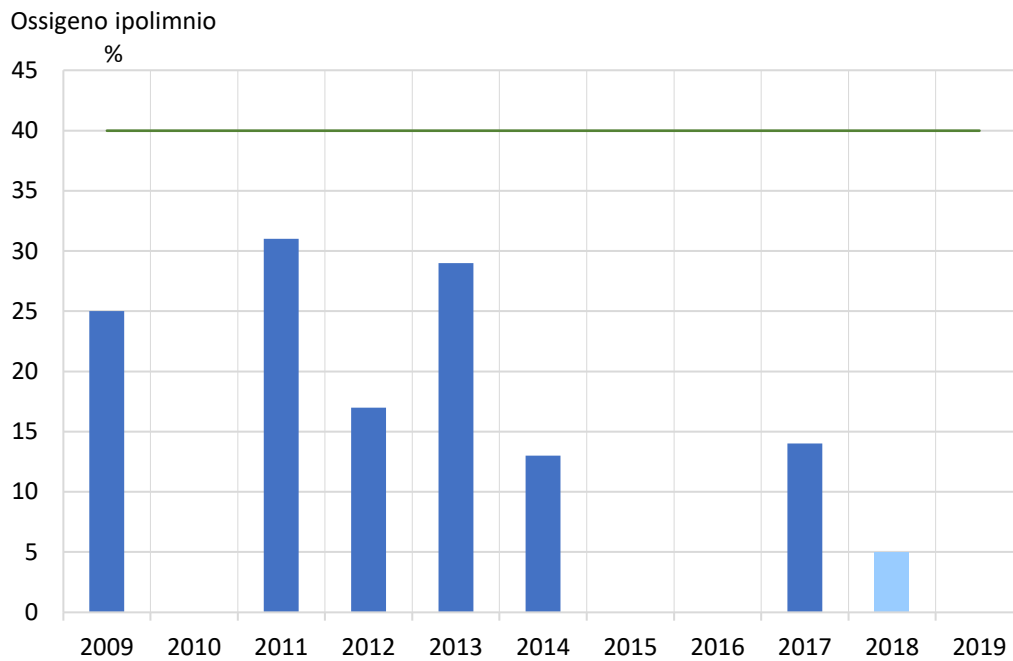


Figura 3. Valori di saturazione dell'ossigeno disciolto nell'ipolimnio alla fine del periodo di stratificazione dal 2009 al 2019; il valore calcolato nel 2018 non è stato utilizzato per il calcolo dell'indice LTLeco. La linea rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLeco.

2.3 Trasparenza

La trasparenza di un lago è definita come la profondità alla quale un disco bianco o a quadranti bianchi e neri di 20-30 cm di diametro (disco di Secchi) diviene invisibile dalla superficie. La trasparenza è un parametro correlato alla produttività algale del lago e alla presenza di particolato disciolto. I più alti valori di questo parametro si registrano quando la componente fitoplanctonica non ha ancora raggiunto un completo sviluppo mentre bassi valori di trasparenza si osservano quando la comunità algale risulta ampiamente presente.

La trasparenza media annua viene utilizzata per il calcolo del descrittore LTLecco; per il lago di Monate il valore di 5,5 metri rappresenta il limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

La trasparenza del lago ha raggiunto valori compresi tra un minimo di 4,7 metri nel settembre 2009 e un massimo di 11 metri nel maggio 2010 (igura 4). I valori sono generalmente elevati e indicano una ridotta trofia delle acque, come indicato dalle medie annue sempre superiori ai 7 metri. Essendo il corpo idrico sottoposto a monitoraggio di sorveglianza, nel 2015, 2016, 2019 non sono stati effettuati campionamenti.

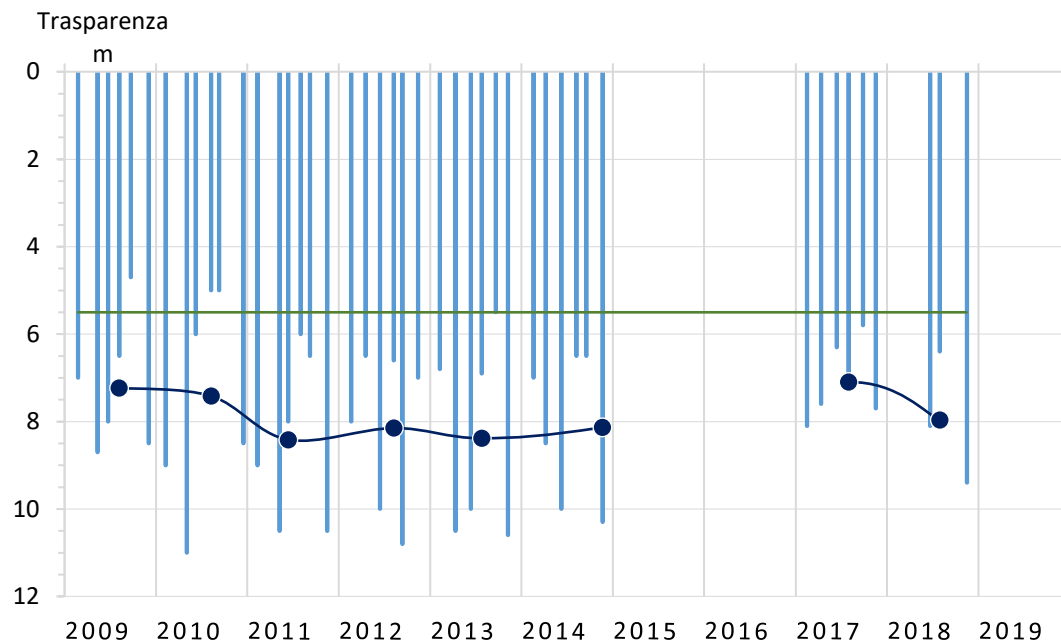


Figura 4. Valori mensili (barre) e medie annue (punti) della trasparenza dal 2009 al 2019; la linea rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

2.4 Macronutrienti: fosforo e azoto

Fosforo e azoto rappresentano i principali nutrienti che determinano lo sviluppo della biomassa vegetale, il cui eccesso è uno degli effetti dell'eutrofizzazione. Nei laghi lombardi l'elemento che limita la crescita degli organismi vegetali è quasi sempre il fosforo.

La concentrazione media di fosforo totale – ottenuta come media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale – viene utilizzata per il calcolo del descrittore LTLecco; per il lago di Monate una concentrazione di 15 µg/L P rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

Il fosforo totale nel periodo di piena circolazione, ad eccezione del 2010 e del 2014 in cui si osservano valori rispettivamente di 10 µg/L P e 9 µg/L P, tendenzialmente presenta concentrazioni inferiori a 8 µg/L P, valore limite per il livello corrispondente allo stato elevato, indice questo di un ambiente a ridotta trofia (Figura 5).

Il livello naturale di fosforo per il lago di Monate, considerato come riferimento per la determinazione dell'obiettivo gestionale previsto dal PTUA, è pari a 10 µg/L P. Il livello naturale calcolato con il metodo proposto da Cardoso *et al.* (2007) risulta prossimo a 5 µg/L P, valore che si può ritenere più verosimile per questo corpo idrico.

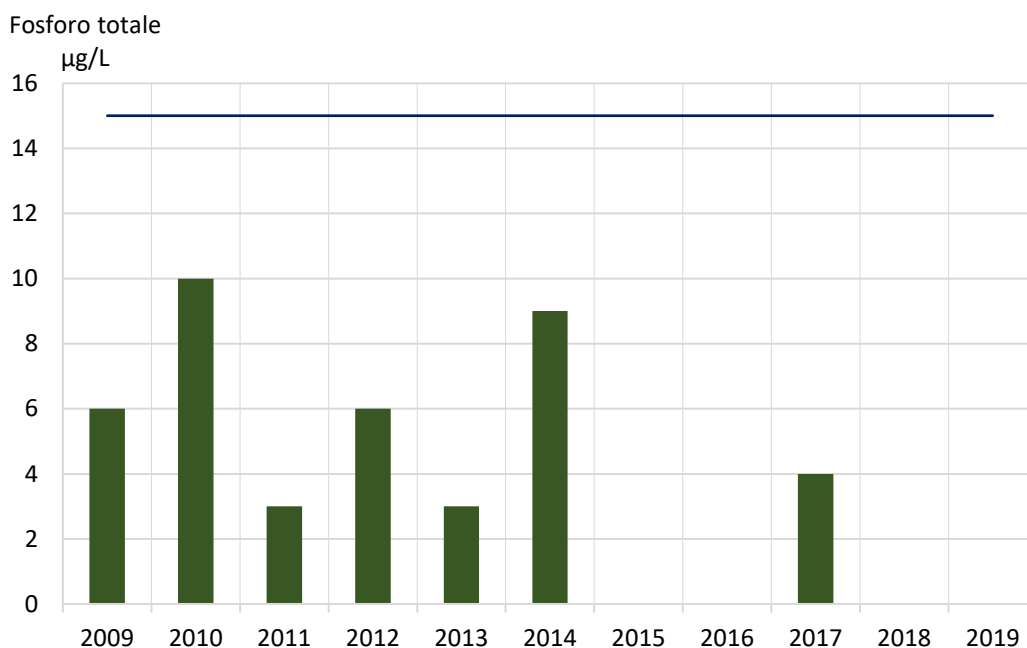


Figura 5. Valori di fosforo totale (media ponderata) nel periodo di piena circolazione dal 2009 al 2019; la linea rappresenta il valore limite del livello corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'LTLecco.

L'andamento della concentrazione dell'azoto nitrico (Figura 6) evidenzia valori generalmente molto bassi, al di sotto di 0,3 mg/L N, ad eccezione del luglio 2013 in cui si raggiunge un valore massimo in superficie di 0,8 mg/L N. Negli anni successivi al 2013 non è più apprezzabile la fluttuazione di concentrazione di tale parametro a causa dell'innalzamento dei valori dei limiti di quantificazione utilizzati dal laboratorio di analisi; infatti dal 2009 al 2017 il limite di quantificazione è variato diverse volte.

In Figura 7 è rappresentato l'andamento dell'azoto ammoniacale che sul fondo nei mesi di dicembre 2009, dicembre 2010 e novembre 2017 ha raggiunto valori massimi di concentrazione, compresi tra 0,24 e 0,32 mg/L N. La presenza dei picchi di ammoniaca nei mesi invernali è correlata ai minimi delle concentrazioni di azoto-nitrico rilevate sul fondo in accordo con la chimica dei processi in atto. Non essendo il rimescolamento

3 ELEMENTI FISICO-CHIMICI A SOSTEGNO (LTLECO)

I parametri che contribuiscono al calcolo dell'LTLECO sono la trasparenza (media dei valori riscontrati nel corso dell'anno di monitoraggio), l'ossigeno disciolto ipolimnico (media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, alla fine del periodo di stratificazione) e il fosforo totale (media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale).

In Tabella 1 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per il calcolo dell'indice LTLECO.

Tabella 1. Valori dei parametri utilizzati per il calcolo dell'LTLECO dal 2009 al 2016.

Corpo idrico	Anno	Fosforo totale µg/L P	Trasparenza m	Ossigeno ipolimnico % saturazione
Monate	2009	6	7,2	25
	2010	10	7,4	-
	2011	3	8,4	31
	2012	6	8,2	17
	2013	3	8,4	29
	2014	9	8,1	13
	2015	-	-	-
	2016	-	-	-
	2017	4	7,1	14
	2018	-	-	-
	2019	-	-	-

La quantità di ossigeno presente nell'ipolimnio al termine della stratificazione termica è sempre inferiore alla soglia del 40% ed è la componente che penalizza maggiormente il giudizio finale. Nonostante la ridotta produzione primaria e le basse concentrazioni di nutrienti, è possibile che la conformazione della cuvetta lacustre unita al prolungato isolamento delle acque più profonde favorisca un'eccessiva diminuzione dell'ossigeno.

In Tabella 2 sono riportati i valori di LTLECO e lo stato della classificazione nei due sessenni di monitoraggio.

Tabella 2. Valori dei parametri, punteggi, valori di LTLECO e classificazione di stato nei due sessenni di monitoraggio.

Corpo idrico	Sessennio	Fosforo totale		Trasparenza		Ossigeno ipolimnico		LTLECO	Stato
		µg/L P	Punt.	m	Punt.	%	Punt.		
Monate	2009-2014	6	5	8,0	4	23	3	12	BUONO
	2014-2019	7	5	7,6	4	14	3	12	BUONO

4 ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA (EQB)

Per gli elementi biologici la classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ossia del rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro, corrispondente alle condizioni di riferimento con alterazioni antropiche assenti o poco rilevanti.

I metodi di valutazione dello stato degli EQB sono sottoposti a un processo di intercalibrazione al fine di garantire la comparabilità tra i risultati del monitoraggio biologico dei vari Stati membri e le loro rispettive classificazioni. La Decisione della Commissione Europea 2018/229 ha stabilito i metodi e i valori che definiscono le delimitazioni tra le classi che gli Stati membri devono utilizzare per le classificazioni nazionali dei sistemi di monitoraggio risultanti dalla terza fase dell'esercizio di intercalibrazione.

Pertanto, attualmente si dispone di metodi e di valori di delimitazione delle classi di stato che possono essere differenti rispetto a quelli utilizzati per la classificazione del precedente sessennio (2009-2014) riportata nel PTUA 2016. Nel presente Rapporto la classificazione dello stato degli EQB e dello stato ecologico del sessennio 2009-2014 è stata aggiornata utilizzando i metodi e i valori della Decisione 2018/229 per consentire un corretto confronto dei risultati in relazione alle evoluzioni temporali. Viene contestualmente riportata la classificazione ufficiale del PTUA 2016.

4.1 Fitoplancton

La classificazione dei laghi a partire dal fitoplancton si ottiene come media dell'indice medio (RQE) di biomassa (concentrazione di clorofilla e biovolume) e dell'indice medio (RQE) di composizione (PTIot), che insieme compongono l'indice IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton). Tra gli elementi biologici valutabili per la classificazione dello stato ecologico del Lago di Monate si è considerato il fitoplancton, in quanto risponde meglio al fattore di pressione legato all'eutrofizzazione.

Nella Figura 8 vengono riportati gli andamenti della clorofilla *a* dello strato integrato nella stazione di Osmate. La clorofilla *a* raggiunge solitamente concentrazioni limitate che indicano una ridotta produzione algale. Fanno eccezione i picchi di settembre 2009 e 2013, contraddistinti da valori decisamente superiori. Nel 2009 e nel 2013 i valori sono prossimi al limite tra le classi buono e sufficiente, mentre negli altri anni i valori tendono al limite tra le classi elevato e buono. Il valore del 2009 trova conferma nell'analisi della comunità fitoplanctonica, mentre per il 2013 il confronto non è possibile in quanto il fitoplancton non è stato monitorato.

L'analisi delle comunità fitoplanctoniche del lago di Monate è stata effettuata negli anni 2009, 2014 e 2017; nella Figura 9 è riportato l'andamento del biovolume. La produzione algale è caratterizzata da una scarsa densità fitoplanctonica; il biovolume è ridotto e solo nel mese di settembre 2009, a causa di una proliferazione di *Oocystis lacustris* durante una fioritura, ha raggiunto un valore di 2,51 mm³/L superando ampiamente il valore di 1 mm³/L previsto per il limite di classe buono/sufficiente e innalzando sensibilmente la media annua (0,91 mm³/L).

Nel 2014 le specie predominanti in termini di biomassa media annua sono rappresentate da *Mallomonas elongata*, *Planktothrix rubescens* e altre specie con percentuali inferiori simili fra loro. Nell'aprile 2017 è stata la specie di *Dinobryon divergens* a contribuire maggiormente al biovolume medio annuo (0,67 mm³/L), con un biovolume di 0,93 mm³/L.

Nella Tabella 3 sono riportati i valori di IPAM e il corrispondente stato nei due sessenni di monitoraggio. In entrambi i periodi lo stato del fitoplancton risulta buono.

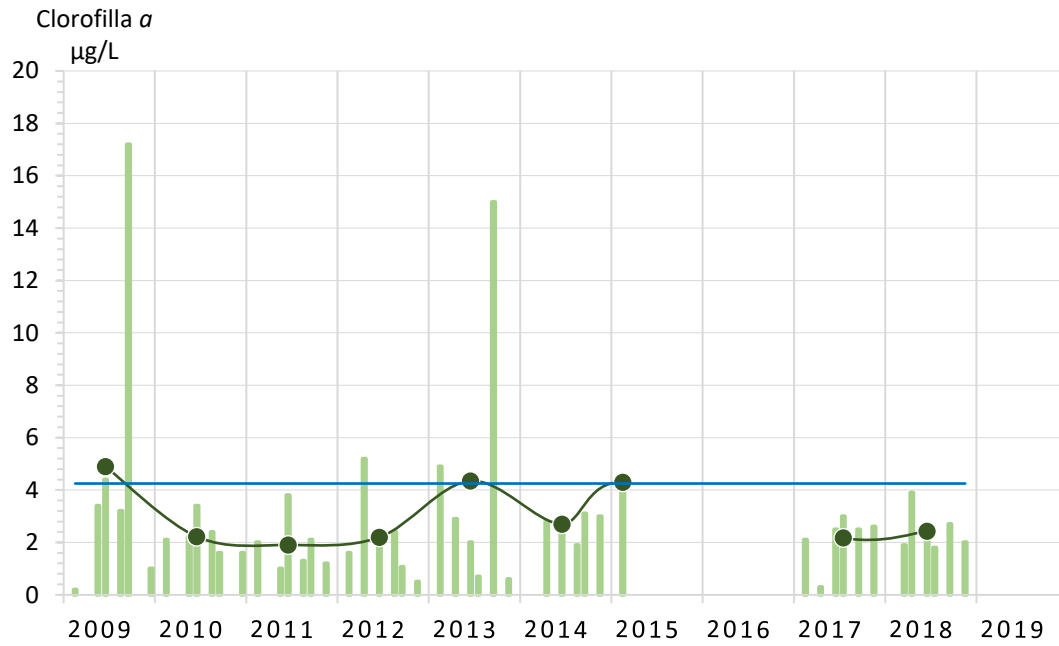


Figura 8. Valori mensili (barre) e medie annuali (punti) della clorofilla a dal 2009 al 2019; la linea rappresenta il valore limite corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'indice IPAM.

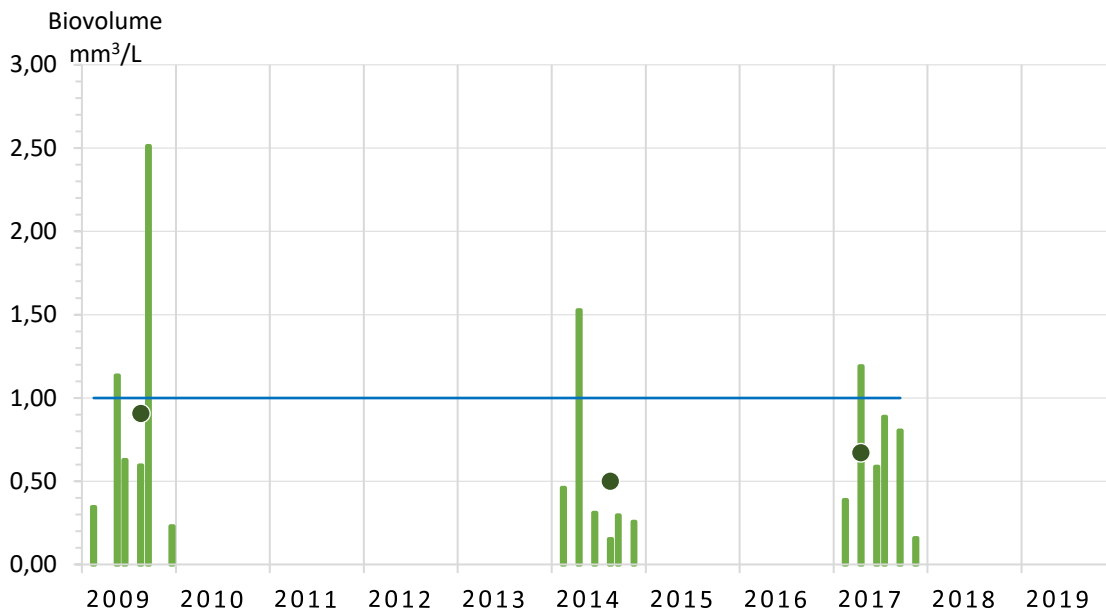


Figura 9. Valori mensili e medie annuali di biovolume fitoplanctonico nello strato integrato; la linea rappresenta il valore limite corrispondente allo stato buono per il calcolo dell'indice IPAM.

Tabella 3. Valori di IPAM e corrispondente stato nei due sessenni di monitoraggio.

Corpo idrico	Sessennio	Anno di monitoraggio	IPAM	Stato
Monate	2009-2014	2014	0,61	buono
	2014-2019	2017	0,67	buono

4.2 Macrofite e fitobentos

Lo stato delle macrofite degli ambienti lacustri è stabilito mediante l'indice MacroIMMI (Macrophytes Italian MultiMetric Index), che è composto da tre metriche: la massima profondità di colonizzazione (Zcmax), il punteggio trofico (Sk), l'indice di dissimilarità rispetto a siti di riferimento (1-B&C, con B&C= indice di Bray & Curtis).

Lo stato del fitobentos è stabilito mediante l'Indice per valutazione della qualità delle acque lacustri italiane a partire dalle diatomee epifitiche ed epilittiche (EPI-L) basato sui pesi indicatori delle diverse specie.

I valori dell'indice MacroIMMI (RQE) e dell'indice EPI-L (RQE) possono essere mediati per ottenere l'Indice Composito Diatomee-Macrofite (ICDM).

La comunità delle macrofite è stata monitorata nel 2008 nell'ambito del progetto MON.ECO.LA. e nel 2014. In quest'ultima occasione sono state censite 15 specie, evidenziando ancora la presenza preponderante di *Lagarosiphon major*, specie alloctona invasiva proveniente dall'Africa subtropicale che, quando trova ambienti poveri di vegetazione, diviene fortemente infestante. *L. major* occupa una fascia che si estende da riva ai 6 metri di profondità, dominando nettamente la comunità a partire dai 2 metri. Oltre i 6 metri la specie diviene più rara, nonostante sia stata rinvenuta fino a 9,5 metri, massima profondità di colonizzazione che condivide con *Ceratophyllum demersum* e *Nitella flexilis*. Nel lago sono ben presenti anche le Characeae, macrofite sensibili a fattori di inquinamento, con *Nitella hyalina* che colonizza la zona a bassa profondità (0-2 metri). Sono presenti, seppur più rare, anche *Chara globularis* e *Nitella flexilis*.

Come già rilevato nel monitoraggio del 2008, anche nel 2014 è stata riscontrata la presenza di cultivar di *Nymphaea* (*Nymp ibr.*) che potenzialmente potrebbe inquinare la genetica delle popolazioni di *N. alba*. Le specie a foglie galleggianti, quali *Nymphaea alba* e *Nymphaea* (*Nymp ibr.*) tendono a stabilirsi nelle aree prossime alla sponda ove la profondità delle acque non supera i 3 metri.

Il valore dell'indice MacroIMMI (RQE) evidenzia lo stato buono delle macrofite (Tabella 4). Questo risultato è stato utilizzato per la classificazione di entrambi i sessenni, essendo il 2014 l'ultimo anno del primo sessennio e il primo anno del secondo sessennio.

In entrambi i sessenni le diatomee epifitiche ed epilittiche (EPI-L) del lago di Monate non sono state monitorate pertanto non è stato calcolato l'indice composito ICDM.

Tabella 4. Valori di MacroIMMI e corrispondente stato nei due sessenni di monitoraggio.

Corpo idrico	Sessennio	Anno di monitoraggio	RQE MacroIMMI	Stato
Monate	2009-2014	2014	0,60	buono
	2014-2019	2014	0,60	buono

4.3 Macroinvertebrati

Lo stato dei macroinvertebrati bentonici degli ambienti lacustri è stabilito mediante l'indice BQIES (Indice di qualità bentonica basato sul numero atteso di specie), basato sui pesi indicatori delle diverse specie.

L'indice BQIES è applicabile solo per i laghi con profondità media superiore a 15 m (macrotipo L1, L2, I1, I2). Per il lago di Monate, appartenente al macrotipo L2, il monitoraggio di questa componente è stata effettuata negli anni 2009 e 2014 raccogliendo ciascuna volta i campioni con due campagne: una nel periodo primaverile e una nel periodo autunnale.

Nel 2009 in entrambi i periodi, primaverile e autunnale, le specie più rappresentate sono risultate *Chironomus anthracinus* e *Chaoborus flavicans* presenti essenzialmente nella zona profonda. In questo settore la biodiversità è minima ma il numero di individui per specie è elevato. Ciò sta ad indicare una situazione ecologica critica, dove solo pochi taxa riescono a adattarsi in modo efficiente. Un altro dato evidente è emerso nel corso della seconda campagna di campionamento (settembre). In questo periodo il campionamento degli organismi di *drift* ha permesso di osservare un numero decisamente maggiore di taxa di insetti rispetto al campionamento del substrato di fondo con la benna. Il risultato è interpretabile alla luce del maggiore areale potenzialmente indagato utilizzando la prima metodica di campionamento rispetto alla seconda. Alcuni studi hanno dimostrato che il campionamento degli organismi di *drift* in piccoli bacini, privi di immissari significativi, è in grado di descrivere con maggior dettaglio ed esattezza la componente macrobentonica costituita da insetti.

La presenza del genere *Stempellina* indica uno stato ecologico buono, tuttavia la maggior parte delle specie rilevate sono generaliste e non riescono a fornire un preciso valore ambientale al bacino studiato.

Nel 2014 le specie più rappresentate sono, per i Chironomidi, *Chironomus anthracinus*, *Cryptochironomus* spp., *Demicryptochironomus vulneratus*, *Chironomus plumosus* e, per gli oligocheti, *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Limnodrilus* spp. La presenza nei campioni di organismi immaturi con setole capillari costituisce un fattore di criticità del metodo.

Nel 2014 l'indice BQIES (RQE) risulta pari a 0,72, corrispondente a uno stato sufficiente. Tuttavia, i taxa con peso indicatore ai fini del calcolo dell'indice hanno raggiunto in diversi casi delle percentuali ridotte in termini di densità, decisamente inferiori al 75%, compromettendo l'attendibilità dell'indice. Pertanto i macroinvertebrati non sono stati considerati per la classificazione dello stato ecologico.

Tabella 5. Valori di BQIES e corrispondente stato nei sessenni di monitoraggio.

Corpo idrico	Sessennio	Anno di monitoraggio	RQE BQIES	Stato
Monate	2009-2014	2014	0,72	sufficiente
	2014-2019	2014	0,72	sufficiente

4.4 Fauna ittica

Lo stato della fauna ittica degli ambienti lacustri è stabilito mediante l'indice LFI (*Lake Fish Index*), che si basa sull'abbondanza relativa e la struttura di popolazione delle specie chiave, sul successo riproduttivo delle specie chiave e delle specie tipo-specifiche, sulla diminuzione percentuale del numero di specie chiave e tipo-specifiche, sulla presenza di specie ittiche alloctone ad elevato impatto.

La valutazione della fauna ittica è stata effettuata nel 2019 dal Centro Studi Biologia e Ambiente snc a cui ARPA ha commissionato l'attività di supporto tecnico-scientifico. Secondo la metodica del LFI il lago di Monate è ascrivibile al gruppo 3, comprendente laghi poco profondi di pianura, laghi di piccole dimensioni della fascia morenica o pianeggiante subalpina, corpi idrici tipicamente meso-eutrofi, il cui numero di specie ittiche è ridotto, generalmente inadatti alla presenza dei salmonidi e, solitamente, delle specie stenoterme di acque fredde.

La comunità ittica riscontrata durante il campionamento presentava tutte le specie chiave (lucio, scardola e tinca) mentre per le specie tipo specifiche (arborella, carpa e pesce persico) non sono stati rinvenuti esemplari di arborella e carpa, previste per il tipo lacustre dell'Ecoregione Alpina. Il pesce persico ha fatto riscontrare il maggior numero di individui (circa il 46 % sul totale).

In Tabella 6 sono riportati i risultati ottenuti per le singole metriche e il valore di LFI che assegna al lago nel 2019 lo stato buono.

Tabella 6. Valori delle singole metriche e valore di LFI (RQE) e corrispondente stato.

Corpo idrico	Sessennio	Anno di monitoraggio	Metrica					LFI	Stato
			1	2	3	4	5		
Monate	2014-2019	2019	6,67	2,00	6,00	8,00	10,00	0,65	buono

5 ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO

Lo stato degli elementi chimici a sostegno è classificato in base alla presenza di inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità elencati nella Tab. 1/B del D.Lgs. 172/2015.

Sul lago di Monate non sono stati ricercati gli elementi chimici a sostegno in quanto non sono state individuate pressioni antropiche significative. È stato quindi assegnato uno stato elevato secondo giudizio esperto.

6 STATO ECOLOGICO

Lo stato ecologico è definito in base alla classe più bassa relativa allo stato degli EQB, dell'LTLecco e degli elementi chimici a sostegno.

Al fine di evidenziare correttamente le eventuali evoluzioni temporali, i dati del monitoraggio 2009-2016 sono stati rielaborati considerando l'indice IPAM (fitoplancton), l'indice MacroIMMI (macrofite) e l'indice BQIES (macroinvertebrati). La classificazione dello stato degli EQB e dello stato ecologico è stata di conseguenza rivista.

Nel caso del lago di Monate non si osservano differenze di stato ecologico rispetto alla classificazione pubblicata nel PTUA 2016. I macroinvertebrati non sono stati utilizzati per la classificazione, poiché i taxa con peso indicatore ai fini del calcolo del BQIES hanno raggiunto in diversi casi delle percentuali ridotte in termini di densità, compromettendo l'attendibilità dell'indice. Le macrofite monitorate nel 2014 e non considerate nella classificazione pubblicata nel PTUA 2016, a seguito dell'aggiornamento dell'indice conseguono uno stato buono, confermando la classificazione dello stato ecologico del PTUA. I giudizi di stato ecologico per i due sessenni di monitoraggio e i corrispondenti elementi che ne determinano la classificazione sono riportati in Tabella 7.

Tabella 7. Stato degli elementi di qualità e stato ecologico per i due sessenni di monitoraggio.

Corpo idrico	Sessennio	Stato EQB	Stato LTLecco	Stato elementi chimici a sostegno	Stato ecologico	Elementi che determinano la classificazione
Monate	2009-2014	buono	buono	non classificato	BUONO	Fitoplancton Macrofite LTLecco
	2014-2019	buono	buono	elevato	BUONO	Fitoplancton Macrofite Pesci LTLecco

Il PTUA 2016 stabilisce per il lago di Monate come obiettivo ecologico il mantenimento dello stato buono. Lo stato ecologico del sessennio 2009-2014 pubblicato nel PTUA 2016 è buono; lo stato ecologico del sessennio 2014-2019 si conferma buono (Tabella 8).

Tabella 8. Lago Monate: obiettivo ecologico e stato ecologico 2009-2014 (PTUA 2016); stato ecologico 2014-2019.

Corpo idrico	Obiettivo ecologico	Stato ecologico 2009-2014	Stato ecologico 2014-2019
Monate	mantenimento dello stato buono	BUONO	BUONO

7 STATO CHIMICO

Lo stato chimico è classificato in base alla presenza delle sostanze dell'elenco di priorità elencate nella Direttiva 2008/105/CE, aggiornata dalla Direttiva 2013/39/UE, recepita in Italia con il D.Lgs. 172/2015 (Tab. 1/A).

Sul lago di Monate non sono state ricercate le sostanze dell'elenco di priorità in quanto non sono state individuate pressioni antropiche significative. È stato quindi assegnato uno stato buono secondo giudizio esperto (Tabella 9).

Tabella 9. Stato chimico per i due sessenni di monitoraggio.

Corpo idrico	Periodo	Stato chimico	>SQA-MA	>SQA-CMA
Monate	2009-2014	BUONO	-	
	2014-2019	BUONO	-	-

SQA-MA: standard di qualità ambientale – valore medio annuo

SQA-CMA: standard di qualità ambientale – concentrazione massima ammissibile

Il PTUA 2016 stabilisce il mantenimento dello stato buono come obiettivo chimico. Lo stato chimico del sessennio 2009-2014 pubblicato nel PTUA 2016 è buono; lo stato chimico del sessennio 2014-2019 si conferma buono (Tabella 10).

Tabella 10. Lago di Monate: obiettivo chimico e stato chimico 2009-2014 (PTUA 2016); stato chimico 2014-2019.

Corpo idrico	Obiettivo chimico	Stato chimico 2009-2014	Stato chimico 2014-2019
Monate	mantenimento dello stato buono	BUONO	BUONO

8 BIBLIOGRAFIA

Cardoso A.C., Solimini A., Premazzi G., Carvalho L., Lyche A. e Rekolainen S., 2007. Phosphorus reference concentrations in European lakes. *Hydrobiologia*, 584: 3-12.

Osservatorio dei Laghi Lombardi, 2005. Qualità delle acque lacustri in Lombardia - 1° Rapporto OLL 2004. Regione Lombardia, ARPA Lombardia, Fondazione Lombardia per l'Ambiente e IRSA/CNR.

Programma di Tutela e Uso delle Acque, 2016. Regione Lombardia. D.g.r. n. 6990 del 31 luglio 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 36, Serie Ordinaria, del 4 settembre 2017.

Soligno I., 2014. Modello numerico per il bilancio idrologico del Lago di Monate. Tesi di laurea A.A. 2013-2014. Università degli Studi di Bologna.