

Campionamenti ed analisi di matrici biologiche del Lago di Monate

gennaio 2016 – novembre 2016



Indice

1	Introduzione.....	3
2	Materiali e metodi.....	4
2.1	Misura parametri chimico-fisici	4
2.2	Campionamento fitoplancton.....	5
2.3	Campionamento macrofite	7
2.4	Campionamento macrobenthos	13
3	Risultati.....	17
3.1	PARAMETRI CHIMICO-FISICI	17
3.2	FITOPLANCTON	24
3.3	MACROFITE	38
3.4	BENTHOS	45
4	CONCLUSIONI	49
5	Bibliografia	50

1 Introduzione

Le attività di campionamento ed analisi effettuate sul Lago di Monate sono state condotte dalla scrivente su incarico dello studio Geologica per il secondo anno consecutivo.

I campionamenti eseguiti nell'arco del primo anno (agosto 2014-giugno 2015) hanno riguardato il fitoplancton come unica componente biologica, affiancati da analisi chimico-fisiche della matrice acqua per una più completa caratterizzazione.

Nel secondo anno di indagini (gennaio 2016-novembre 2016), oltre al fitoplancton sono state indagate anche le comunità macrobentonica e macrofitica, unitamente, come per la campagna precedente, all'analisi dei parametri chimico-fisici dell'acqua.

Il presente documento descrive le metodologie impiegate per i campionamenti, i risultati ottenuti e i giudizi di qualità per ogni comparto analizzato.

2 Materiali e metodi

2.1 Misura parametri chimico-fisici

La qualità chimico-fisica delle acque è stata valutata sia mediante misurazione con sonda da campo sia a seguito di analisi di laboratorio dei campioni di acqua prelevati presso le stazioni di indagine.

I parametri sono stati misurati in centro lago nelle seguenti date, contestualmente al prelievo della matrice fitoplanctonica:

19/01/2016	05/04/2016
07/06/2016	02/08/2016
13/09/2016	04/11/2016

MISURAZIONI IN CAMPO

La misura dei principali parametri chimico-fisici è stata effettuata mediante una polisonda da lago (sonda multiparametrica HYDROLAB MINI DS5 con datalogger HYDROLAB SURVEYOR).

I parametri rilevati in campo sono i seguenti:

- Temperatura (°C);
- pH;
- Ossigeno (% di saturazione e concentrazione, espressa in mg/l);
- Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- Salinità (% NaCl)
- ORP (Oxidation-Reduction Potential, espresso in mV).

PRELIEVO DEL CAMPIONE DI ACQUA E ANALISI CHIMICO-FISICHE

Oltre alle misurazioni in campo, sono stati effettuati anche i prelievi di aliquote di acqua in bottiglie di vetro da 1 l ciascuna, a profondità stabilite dal piano di monitoraggio (superficie, 5, 10, 15, 20, 30, 33 m) e sulle quali sono state effettuate le analisi chimiche che comprendono anche i parametri chimici di base richiesti dal protocollo di campionamento del fitoplancton (Allegato V, Paragrafo 1.3.4 della Direttiva 2000/60/CE):

- alcalinità totale;
- azoto ammoniacale;
- azoto nitrico;
- azoto totale;
- fosforo totale;
- silice

Le analisi sono state effettuate presso un laboratorio con certificazione UNI EN ISO 9001-2008.

Per il campionamento, il trasporto e la conservazione dei campioni di acqua, sono state osservate le indicazioni metodologiche presenti nel documento APAT/IRSA-CNR, 2003 e APAT, 2007.

2.2 Campionamento fitoplancton

La componente fitoplanctonica, costituita da organismi microscopici fotosintetici che vivono liberi nello strato eufotico delle acque, ha un ruolo fondamentale negli ecosistemi acquatici in quanto rappresenta l'anello



Figura 1. misurazione della trasparenza con il disco di Secchi

primario della catena alimentare nelle acque dolci e marine. Nelle acque interne il fitoplancton è costituito principalmente da specie appartenenti ai gruppi delle Cyanophyceae, Chlorophyta, Conjugatophyceae, Cryptophyta, Crysophyceae, Bacillariophyceae e Dinophyceae.

I prelievi, destinati all'analisi della componente fitoplanctonica e della clorofilla, sono stati effettuati secondo le indicazioni riportate nel protocollo dall'APAT "Metodi biologici per le acque. Parte I". Le aliquote d'acqua sono state prelevate mediante bottiglia per il campionamento dello strato integrato della colonna d'acqua e il campione ottenuto rappresenta la zona eufotica della colonna d'acqua.

Lo spessore della zona eufotica (Zeu) è stato calcolato dai valori di disco di Secchi (Zs) (Figura 1) attraverso la relazione: $Zeu = 2,5 * Zs$.

Il calcolo della zona eufotica attraverso il disco di Secchi viene effettuato misurando la trasparenza del lago. La trasparenza è definita come la profondità di scomparsa del disco di Secchi (disco bianco di 30 cm di diametro).

La metodica è indicata nel *Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre* (3020-ISPRA 2014) prodotto da ISPRA e consultabile sul sito internet http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_111_2014_Metodi_Biologici_acque.pdf

Il campione integrato è stato ottenuto, "...prelevando campioni puntiformi, di volume uguale, da profondità diverse e mescolandoli successivamente...". I singoli campioni sono stati raccolti con una bottiglia strappo (tipo Ruttner - Figura 2) prelevando un campione per ogni metro d'acqua, fino a raggiungere la profondità ottenuta dall'equazione sopracitata; i campioni raccolti sono stati trasferiti in un contenitore di volume opportuno e mescolati, prima di preparare il sub campione poi trasferito in una bottiglia (*Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre* -pag. 7 paragrafo 5.4 e pag.11 paragrafo 5.5-).

In seguito il campione destinato all'analisi



Figura 2. Bottiglia di Ruttner

fitoplanctonica è stato fissato con Lugol acetico per aiutarne la conservazione e renderne più agevole la successiva analisi. Al microscopio si determinano i taxa presenti con le relative densità e misure; queste ultime vengono quindi utilizzate per il calcolo dei biovolumi di ogni singolo taxon e totale.

Il metodo di analisi utilizzato per la componente fitoplanctonica è descritto nel documento UNI EN 15204:2006 Norma Guida per la conta del fitoplancton, utilizzando il metodo del microscopio rovesciato o "metodo di sedimentazione" (Tecnica di Uthermöhl). La metodica fa sempre riferimento al conteggio eseguito su campioni integrati raccolti nella zona eufotica, preparati facendo sedimentare un opportuno volume in camere di sedimentazione cilindriche realizzate per l'uso con il microscopio invertito. Il volume di campione da sedimentare per il conteggio algale dipende dalla densità degli organismi presenti, quindi in funzione dell'abbondanza delle popolazioni nell'ambiente studiato. Inoltre, la concentrazione di clorofilla "a" può dare un'idea, anche se approssimativa, della densità del fitoplancton come anche le condizioni ambientali e stagionali e le informazioni da studi pregressi. Successivamente, ogni campione algale è stato esaminato ad ingrandimenti differenti. In generale 400 ingrandimenti sono sufficienti per contare organismi compresi in un ampio intervallo dimensionale. Per le cellule di grandi dimensioni sono stati utilizzati ingrandimenti minori. La densità è stata espressa in individui per millilitro, e la biomassa della comunità fitoplanctonica in mm^3/m^3 .

Dai risultati dell'analisi quali-quantitativa del fitoplancton secondo la tecnica precedentemente citata, sono state ricavate informazioni sulla densità (cell/ml) e relativa biomassa (mm^3/m^3) algale che insieme ai dati di clorofilla *a* hanno permesso di calcolare l'indice complessivo per il fitoplancton (ICF/IPAM/NITMET) (Dm 260/2010).

Per il campionamento, la conservazione e l'analisi dei campioni di fitoplancton, sono state seguite le indicazioni metodologiche presenti nel documento *Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre* prodotto da ISPRA e consultabile sul sito internet http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_111_2014_Metodi_Biologici_acque.pdf

La frequenza dei campionamenti ha seguito le indicazioni dell'Allegato V che stabilisce 4 periodi di campionamento:

- 1 campione da prelevare nel periodo Gennaio-15 Marzo, rappresentativo delle comunità invernali;
- 1 campione da prelevare nel periodo Aprile-15 Maggio, rappresentativo delle comunità primaverili;
- 1 campione da prelevare nel periodo Luglio-Agosto, rappresentativo delle comunità estive;
- 1 campione da prelevare nel periodo 15 Ottobre-Novembre, rappresentativo delle comunità autunnali.

In accordo con quanto stabilito dal protocollo, e sopra riportato, sono stati eseguiti 4 campionamenti nei periodi indicati oltre a 2 campionamenti aggiuntivi, previsti rispettivamente nel periodo 15 Maggio-15 Giugno e nel mese di Settembre, come rappresentativi delle fasi di transizione. Le date dei campionamenti sono le seguenti:

- 19 gennaio 2016 – campionamento invernale;
- 5 aprile 2016 – campionamento primaverile;
- 7 giugno 2016 (*campionamento aggiuntivo*) – con la presenza di un tecnico ARPA;
- 2 agosto 2016 – campionamento estivo;
- 13 settembre 2016 (*campionamento aggiuntivo*);
- 4 novembre 2016 – campionamento autunnale.

2.2.1 Indici fitoplanctonici ICF/IPAM/NITMET

Grazie all'analisi quali-quantitativa del fitoplancton, sono state ricavate informazioni sulla densità (cell/ml) e relativa biomassa (mm^3/m^3) algale che insieme ai dati di clorofilla *a* hanno permesso di calcolare gli indici complessivi per il fitoplancton (ICF/IPAM/NITMET) (aggiornamento Dm 260/2010)

L'indice sviluppato in Italia per la valutazione della qualità ecologica dei laghi a partire dal fitoplancton è denominato Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF) e, recentemente, IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton) o NITMET (Nuovo metodo italiano) (aggiornamento DM 260/2010). L'indice si basa sulla media dei valori di due indici: l'indice medio di biomassa e l'Indice di composizione (CNR-ISE, 2011). Il calcolo di questi due indici si basa a sua volta su più indici componenti: Concentrazione media di clorofilla *a* annuale, Biovolume medio annuo, PTIot. L'indice PTIot viene utilizzato per definire la qualità ecologica degli ambienti lacustri, a partire dalla composizione specifica delle associazioni fitoplanctoniche.

Recentemente sono stati aggiornati i valori di riferimento delle metriche usate per il calcolo dell'indice fitoplanctonico, a seguito dei risultati dell'esercizio di intercalibrazione e dell'aggiornamento del Dm 260/2010. L'indice più recentemente denominato IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton - IPAM/NITMET) ha limitazioni tra classi Elevato/buono e Buono/sufficiente più restrittive per i parametri di ChLa e biovolume rispetto al precedente ICF.

2.3 Campionamento macrofite

Le macrofite acquatiche sono considerate dei buoni indicatori della qualità ambientale in quanto sono sensibili, relativamente facili da individuare e classificare e caratterizzate dall'assenza di mobilità che ne consente l'uso per la valutazione di uno specifico sito. Il ciclo vitale annuale o pluriennale permette, inoltre, di valutare l'effetto dei fattori di stress nel tempo.

La metodica di campionamento e il riconoscimento delle macrofite acquatiche si sono basati sulle direttive indicate in *"Protocollo di campionamento e analisi di macrofite acquatiche in ambiente lacustre"*, prodotto da ISPRA e consultabile sul sito internet http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG__111_2014_Metodi_Biologici_acque.pdf.

Il campionamento della componente macrofita (che non deve essere effettuato più di una volta all'anno e nel periodo di massima crescita) è stato eseguito in 2 giornate, 1 e 3 agosto 2016.

La scelta dei siti è stata effettuata durante le settimane precedenti i campionamenti, individuando 6 siti distribuiti lungo il perimetro del lago e rappresentativi di tipologie ambientali differenti (territorio circostante, fondale, scarichi...):

- nella metà nord-occidentale del lago il fondale degrada più dolcemente rispetto alla porzione meridionale;
- l'utilizzo delle rive è diverso: principalmente case private e boschi per tre quarti del perimetro (un solo campeggio nella punta più meridionale) mentre si concentrano spiagge pubbliche e private di maggiori dimensioni in corrispondenza del comune di Cadrezzate.

In ciascun sito sono stati percorsi, ispezionati e campionati due transetti in base a quanto stabilito dal piano di monitoraggio. L'ispezione del transetto è avvenuta a bordo di un'imbarcazione muovendosi da riva verso il largo a profondità costante tra intervalli di profondità progressivi di 1 m fino a quando non è stata osservata l'assenza di vegetazione per due intervalli di profondità consecutivi.

L'osservazione è avvenuta in tutti i 4 punti della barca (prua, poppa e a ogni lato della barca) mediante l'utilizzo di un batiscopio (Figura 3. Osservazione con il batiscopio (a sinistra) e alcuni esemplari di *Potamogeton* attraverso il batiscopio (a destra)), mentre il campionamento è avvenuto solo nel caso in cui ci

fossero dei dubbi in merito al riconoscimento delle specie presenti oppure a profondità maggiori attraverso un rastrello idoneo per il campionamento come indicato nella metodica relativa. In ogni punto di campionamento sono state rilevate le coordinate geografiche, la profondità e la tipologia del fondale.

I campioni raccolti sono stati conservati in sacchetti a chiusura ermetica, mentre le alghe sono state poste in barattoli contenenti formalina tamponata al 10%. In laboratorio i campioni sono stati osservati e riconosciuti sulla base della classificazione proposta da Pignatti (1982).

Nella cartografia riportata in Figura 4 sono indicati i siti di campionamento.

Le aree individuate dai punti di monitoraggio sono quelle caratterizzate dalla presenza di macrofite acquatiche e che sono state sottoposte a diretta osservazione delle specie presenti e campionate.

In Tabella 1 sono riportati i punti GPS con indicata latitudine e longitudine espressa in metri rispetto al sistema di riferimento relativo alla zona 32T.



Figura 3. Osservazione con il batiscopio (a sinistra) e alcuni esemplari di *Potamogeton* attraverso il batiscopio (a destra)



Figura 4. Siti di campionamento macrofite

FolderPath	BeginTime	lat	long
Sito A trans A1	2016-08-01 12:15:32	5070813,33	474000,18
Sito A trans A1	2016-08-01 12:35:40	5070836,93	474015,82
Sito A trans A2	2016-08-01 12:50:16	5070615,89	474160,09
Sito A trans A2	2016-08-01 13:18:26	5070648,16	474175,38
Sito B trans B1	2016-08-03 06:57:49	5070060,64	474744,14
Sito B trans B1	2016-08-03 07:24:31	5070113,97	474744,04
Sito B trans B2	2016-08-03 07:32:15	5070094,75	474853,18
Sito B trans B2	2016-08-03 08:01:22	5070189,67	474842,45
Sito C trans C1	2016-08-01 14:24:19	5070955,69	474746,38
Sito C trans C1	2016-08-01 14:47:52	5070934,07	474707,27
Sito C trans C2	2016-08-03 08:10:55	5070914,37	474770,61
Sito C trans C2	2016-08-03 08:43:23	5070894,34	474722,89
Sito D trans D1	2016-08-03 09:17:10	5071751,32	474308,82
Sito D trans D1	2016-08-03 09:31:14	5071793,44	474225,61
Sito D trans D2	2016-08-03 09:43:37	5071870,91	474300,14
Sito D trans D2	2016-08-03 10:01:40	5071879,15	474215,32
Sito E trans E1	2016-08-01 08:33:17	5072306,73	473542,67
Sito E trans E1	2016-08-01 09:01:30	5072256,98	473537,18
Sito E trans E2	2016-08-01 09:06:07	5072316,37	473497,57
Sito E trans E2	2016-08-01 09:23:21	5072289,75	473460,54
Sito F trans F1	2016-08-01 09:31:16	5072012,79	472710,69
Sito F trans F1	2016-08-01 09:57:02	5071957,24	472812,17
Sito F trans F2	2016-08-01 10:01:53	5071931,27	472677,62
Sito F trans F2	2016-08-01 10:28:16	5071872,25	472759,19

Tabella 1. Punti GPS campionamento macrofite

Il campionamento della componente macrofitica è stato effettuato all'interno della campagna di monitoraggio di fitoplancton e benthos. Sono quindi disponibili i dati di trasparenza (effettuata nella zona di centro lago attraverso l'utilizzo del Disco di Secchi), di temperatura e tutti i dati chimico-fisici dell'acqua corrispondenti alle condizioni del lago durante il campionamento.

2.3.1 Indice MacroIMMI

Al fine di ottenere un giudizio di qualità dello stato ecologico del lago basato sulla comunità a macrofite verrà applicato l'indice MacroIMMI (Macrophytes Italian MultiMetrics Index). L'indice prevede l'applicazione delle seguenti metriche:

1. Massima profondità di colonizzazione (Z_{max});
2. Frequenza delle specie esotiche;
3. Punteggio trofico per ciascuna specie (S_k);
4. Indice di dissimilarità di Bray-Curtis ($B&C$).

Massima profondità di colonizzazione (Z_{cmax})

La massima profondità di colonizzazione è da intendersi come il punto più profondo nel quale è stata rilevata la presenza di vegetazione acquatica nell'intero corpo idrico.

Massima profondità di colonizzazione Z_{cmax} (m)	Macrotipi		RQE normalizzato
	L1 e L2	L3 e L4	
Valori di riferimento	-18	-8.5	1
Elevato/buono	-12	-6.5	0.8
Buono/sufficiente	-8.4	-6	0.6
Sufficiente/scarso	-6	-4.5	0.4
Scarso/cattivo	-4.3	-3.5	0.2

Abbondanza (A_k)

I valori di abbondanza relativa di ogni specie rinvenuta all'interno degli intervalli di profondità del transetto di osservazione vengono calcolati sulla base della presenza/assenza della specie nei 4 punti di osservazione attribuendo i valori riportati in Tabella 2.

Valore	Abbondanza della specie	Descrizione
1	Molto rara	Presenza di 1 - 5 piante
2	Rara	Presenza di 6 - 10 piante
3	Comune	Deve essere ritrovata senza una ricerca dedicata appositamente
4	Frequente	Frequente ma non in massa con zone estese in cui è assente
5	Molto frequente	Dominante, con una copertura oltre il 50%

Tabella 2. - Scala delle abbondanze secondo Kohler (1978). Nella colonna "Descrizione" viene riportato, come ausilio, il criterio esplicativo delle classi di abbondanza utilizzato nell'ambito dell'intercalibrazione europea nel Geographic Intercalibration Group Central-Baltic.

Sulla base dei punteggi ottenuti viene calcolato il valore medio di abbondanza all'interno del sito. Nei conteggi vengono inclusi anche i valori pari a 0, ossia quando nello stesso punto sul transetto è presente un'altra specie macrofita.

Score trofico (Sk)

Lo score trofico (Sk) viene calcolato per transetto e viene quindi definito come score trofico del transetto (Sk_t). E' calcolato a partire dalla media pesata dell'abbondanza (A_k) e dal valore trofico (v_k) di ciascuna specie rinvenuta nel corpo idrico. La formula di calcolo del Sk è riportata qui di seguito:

$$Sk_t = 1 - \frac{\sum A_k \cdot v_k}{\sum A_k}$$

dove:

A_k = abbondanza della specie nel transetto

V_k = valore trofico della specie k

Lo score trofico va calcolato prima per ciascun transetto (Sk_t), come descritto in precedenza. Il valore finale di Sk , riferito all'intero corpo idrico, andrà calcolato come media ponderata sull'ampiezza delle singole zone omogenee (l_z) individuate da un solo transetto.

$$S_k = \frac{\sum S_{kt} \cdot l_z}{\sum l_z}$$

Come precedentemente ricordato, è necessario verificare che l'abbondanza delle specie di cui è noto vk sia pari al 70 % del totale del lago, se così non fosse l'indice non può essere utilizzato. Qualora la compagine di specie alloctone mostrasse frequenze superiori al 70% la classe di stato ecologico da attribuire al corpo idrico stesso è corrispondente alla classe inferiore rispetto a quella ottenuta dal calcolo dell'indice MacroIMMI.

Indice di dissimilarità (B&C)

L'indice di dissimilarità è da intendersi come confronto tra la composizione in specie di un transetto in analisi comparata con la composizione in specie presente in siti/transetti di riferimento

Calcolo MacroIMMI

La classificazione finale del corpo idrico è ottenuta dalla media dei valori di RQE normalizzati di ciascuna delle 3 metriche descritte in precedenza.

$$\text{MacroIMMI} = \frac{\text{RQEnormSk} + \text{RQEnormZcmax} + \text{RQEnormB\&C}}{3}$$

MacroIMMI	Ecological status class
1.0 - 0.80	Elevato
0.79 - 0.60	Buono
0.59 - 0.40	Sufficiente
0.39 - 0.20	Scarso
0.19 - 0.0	Cattivo

2.4 Campionamento macrobenthos

Nella classe dei macroinvertebrati bentonici riconosciamo organismi invertebrati visibili a occhio nudo, delle dimensioni maggiori di 0.5 mm. I macroinvertebrati bentonici sono organismi utili nello studio dell'ambiente lacustre in quanto permettono di ottenere informazioni sulla natura e lo stato di qualità dei sedimenti in quanto essi vivono a stretto contatto con il fondo. Riconosciamo, quindi, organismi endobentonici (che vivono all'interno del sedimento) ed epibentonici (che vivono al di sopra del sedimento).

Le pressioni ambientali che potrebbero influenzare le comunità bentoniche a macroinvertebrati sono diverse a seconda delle diverse fasce lacustri; gli effetti possono essere determinati da fenomeni di eutrofizzazione, idromorfologici, di acidificazione ed anche da impatti combinati. Inoltre, altri aspetti come l'introduzione di specie esotiche e l'immissione di sostanze tossiche, potrebbero avere effetti negativi sulla comunità bentonica.

Il protocollo di campionamento applicato nel presente monitoraggio si basa sul "Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati negli ambienti lacustri" prodotto da ISPRA e consultabile sul sito internet:

http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_111_2014_Metodi_Biologici_acque.pdf

Attualmente, non esiste un indice validato per la classificazione dei corpi d'acqua lacustri attraverso l'utilizzo del macrobenthos. È stato formulato un indice che considera tutte le tipologie lacustri nel loro complesso e di conseguenza attualmente non presenta siti reference tipo-specifici, ma andrà validato per tutte le tipologie lacustri. L'indice **BQIES** (*Benthic Quality Index*) che è stato messo a punto utilizzando una metodologia unica su dati storici e più recenti (periodo compreso fra il 1953 e il 2008) di 36 laghi campionati tramite draga non è, e non può essere considerato definitivo, in quanto nuove specie con autoecologia diversa potranno essere raccolte nei laghi già studiati, o essere presenti in laghi non ancora campionati.

Il campionamento della componente macrobentonica è stato effettuato in due diverse stazioni localizzate in corrispondenza delle tre fasce del lago: zona litorale, sublitorale e profonda. La scelta delle stazioni è avvenuta sulla base dei risultati ottenuti dai precedenti campionamenti e sopralluoghi del posto: sulla base di una carta con rilievi morfobatimetrici (Figura 5) è stato possibile identificare le profondità del lago dove campionare e sulla base dei risultati ottenuti dal campionamento delle macrofite e della definizione degli habitat prevalenti, sono state individuate le fasce litorale e sublitorale.

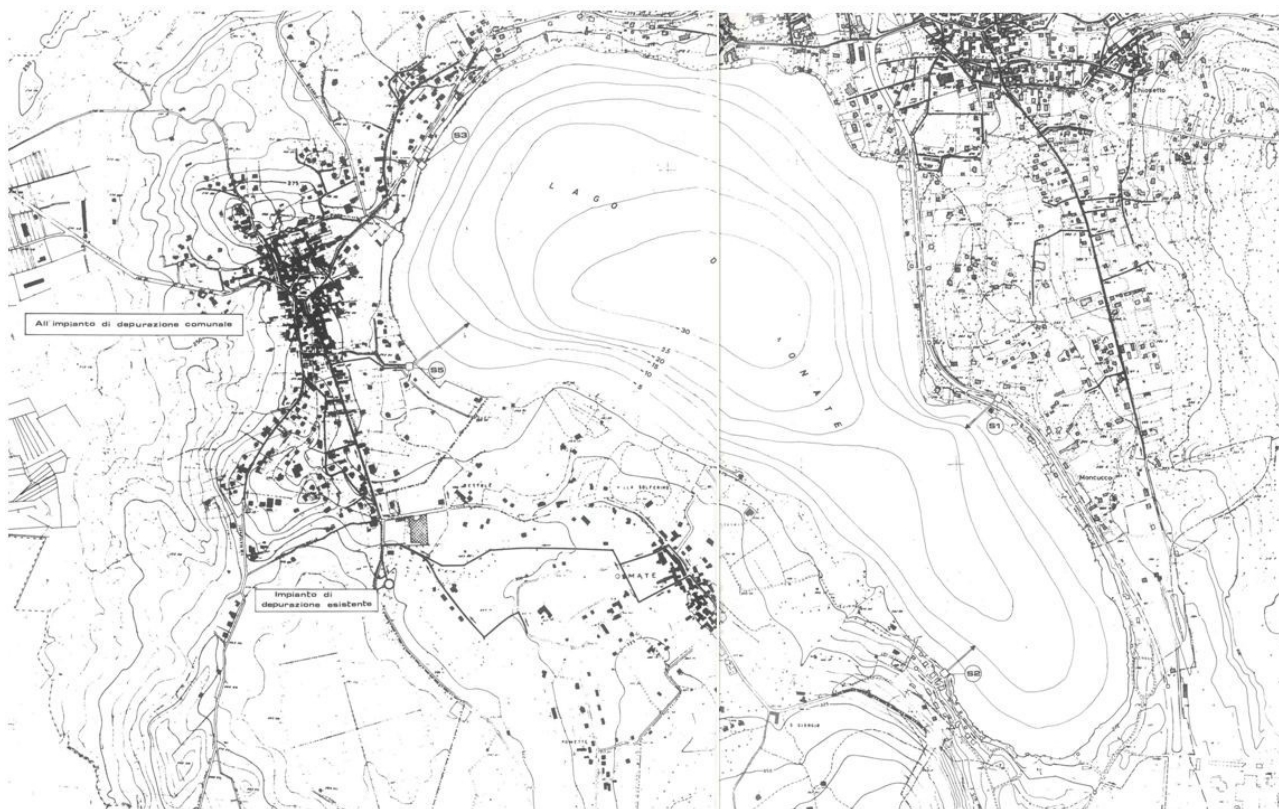


Figura 5. Carta con morfobatimetria del Lago di Monate

In totale sono stati raccolti campioni da 6 stazioni:

- Transetto 1
 - ✓ zona profonda 1, campionata a 28 m di profondità
 - ✓ zona sub litorale 1, campionata a 15 m di profondità
 - ✓ zona litorale 1 campionata a riva, fino a 1 m di profondità
- Transetto 2
 - ✓ zona profonda 2, campionata a 27 m di profondità
 - ✓ zona sub litorale 2, campionata a 15 m di profondità
 - ✓ zona litorale 2 campionata a riva, fino a 1 m di profondità.

	Punto	ID punto	profondità (m)	Coordinate Nord	Coordinate Est
Transetto 1	zona profonda 1	T1_P_apr/T1_P_ago	28	5071662.58	473540.44
	zona sub litorale 1	T1_SL_apr/T1_SL_ago	15	5072156.48	473461.38
	zona litorale 1	T1_L_apr/T1_L_ago	-	5072330.52	473433.57
Transetto 2	zona profonda 2	T2_P_apr/T2_P_ago	27	5070954.53	474123.52
	zona sub litorale 2	T2_SL_apr/T2_SL_ago	15	5070338.76	474569.64
	zona litorale 2	T2_L_apr/T2_L_ago	-	5070062.63	474658.90

Tabella 3. Localizzazione dei punti di campionamento del macrobenthos.

Nella cartografia riportata in Figura 6 sono indicati i punti di campionamento della componente macrobentonica.

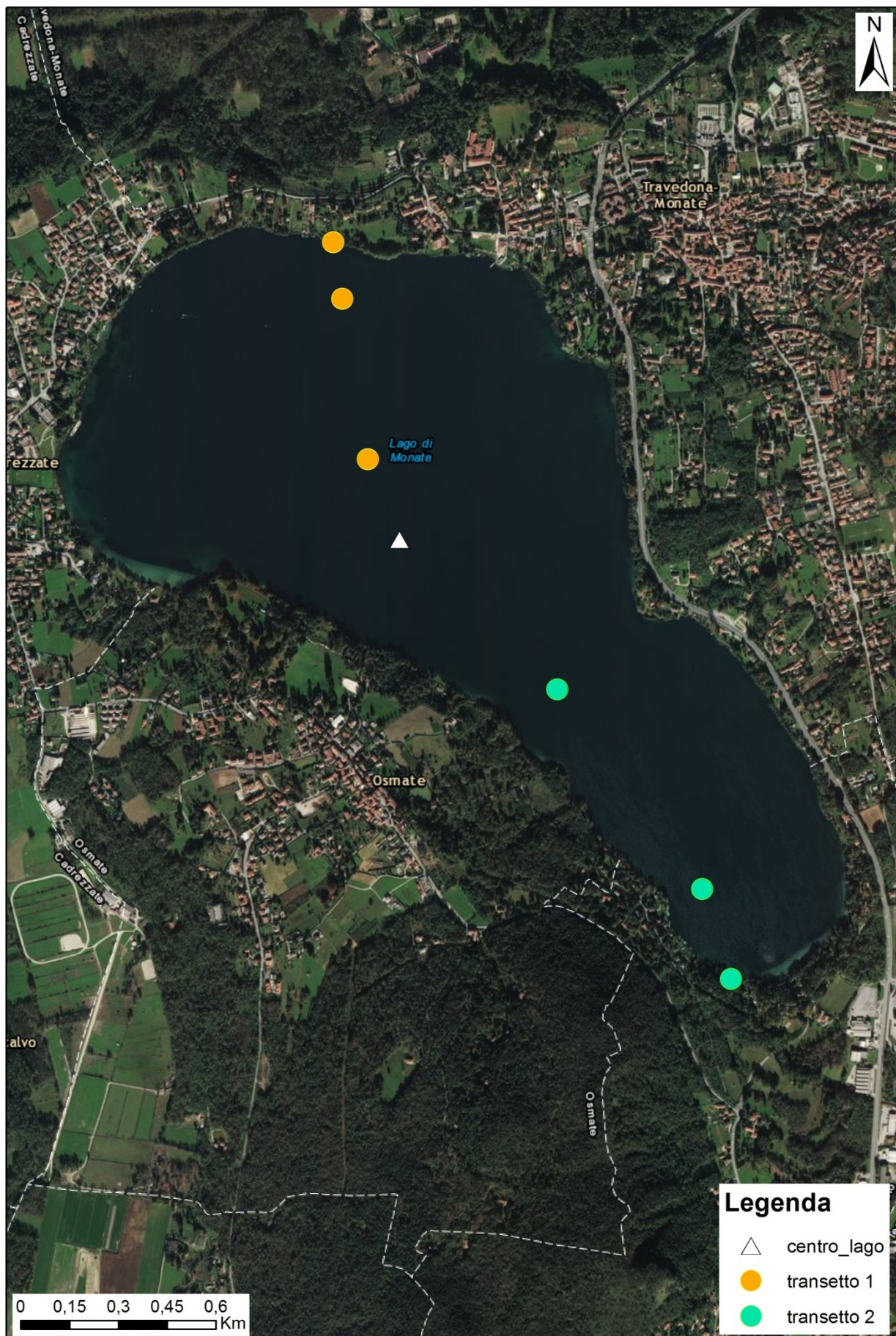


Figura 6. Transetti campionamento benthos

Il campionamento della componente macrobentonica nelle stazioni localizzate nella fascia profonda e sublitorale è stato effettuato attraverso l'utilizzo di una draga *Ponar* legata ad una corda metrata (Figura 7) a bordo di un'imbarcazione. La draga è stata calata ripetutamente al fine di raccogliere la quantità di sedimento necessaria all'analisi della fauna. Per quanto riguarda invece le stazioni situate nella fascia litorale il campionamento è stato integrato con l'utilizzo, da parte di due operatori, di un retino immanicato da drift con maglia da 250 μ m manovrato da barca o direttamente da riva (Figura 8).

Sono state effettuate tre bennate (repliche) per ogni sito di campionamento. I campioni di sedimento raccolti con la draga sono stati setacciati sul campo con un setaccio a maglie di 250 μ m al fine di liberare il campione dal detrito più fine. Il residuo è stato fissato in formalina tamponata al 10 % ed etichettato. In laboratorio i campioni sono stati osservati e gli esemplari sono stati identificati e contati.



Figura 7. Draga Ponar utilizzata per il campionamento della componente macrobentonica e svuotamento della draga durante il campionamento



Figura 8. Retino immanicato e setaccio utilizzati per il campionamento dei transetti nella fascia litorale

Il campionamento della componente macrobentonica è stato effettuato all'interno della campagna di monitoraggio di fitoplancton e macrofite. Sono quindi disponibili i dati di trasparenza (effettuata nella zona di centro lago attraverso l'utilizzo del Disco di Secchi), di temperatura e tutti i dati chimico-fisici dell'acqua corrispondenti alle condizioni del lago durante il campionamento.

3 Risultati

Si riportano di seguito i risultati ottenuti durante le campagne di monitoraggio relative all'anno 2016.

Per ogni comparto biologico di indagine si restituiscono i parametri misurati, gli elenchi delle specie rinvenute e i valori degli indici di qualità eventualmente calcolabili.

3.1 PARAMETRI CHIMICO-FISICI

Come descritto i parametri chimico-fisici sono stati rilevati a intervalli di 1 metro, mentre alle quote di 33, 30, 20, 15, 10, 5 e in superficie sono stati prelevati i campioni utilizzati sia per le analisi chimiche, sia per le analisi dei parametri chimici di contorno necessari all'analisi fitoplanctonica richiesti nel protocollo (*Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre* (pagg. 6 e 7 paragrafo 5.3).

Nelle tabelle sottostanti, si riportano integralmente i dati ottenuti dalla polisonda per ogni campionamento.

Stazione	Lago Monate						
Luogo	centro lago						
Data	19/01/2016			ora inizio/ora fine		10.30 – 11.30	
Meteo/temp aria		sole 0°C					
Trasparenza (m)		8		Clorofilla (µg/l)		0,502	
Prof m / Parametri	TEMP. ACQUA (°C)	pH	O ₂ (mg/l)	O ₂ (% sat)	COND SPC (µs/Cm)	SALIN. (% NaCl)	ORP
0	6,73	7,23	7,5	61,2	116,7	0,06	201
1	6,75	7,23	7,57	61,8	116,2	0,06	201
2	6,74	7,2	7,84	63,4	116,8	0,06	201
3	6,75	7,23	8,02	65,4	116,4	0,06	201
4	6,74	7,21	8,01	65,4	116,2	0,06	201
5	6,74	7,21	8,03	65,3	116,2	0,06	201
6	6,75	7,21	8,01	65,3	116,7	0,06	201
7	6,75	7,22	8,09	65,8	116,2	0,06	201
8	6,75	7,21	8,01	65,4	116,7	0,06	201
9	6,75	7,21	7,94	65	116,8	0,06	201
10	6,75	7,19	8,84	64	116,3	0,06	202
11	6,75	7,19	7,75	63,4	116,3	0,06	202
12	6,74	7,2	7,77	63,5	116,3	0,06	202
13	6,74	7,2	7,68	62,8	116,3	0,06	202
14	6,75	7,19	7,61	62,2	116,3	0,06	202
15	6,73	7,19	7,57	61,8	116,7	0,06	202
16	6,73	7,19	7,55	61,7	116,3	0,06	202
17	6,73	7,19	7,51	61,4	116,3	0,06	202
18	6,72	7,2	7,2	62,1	116,3	0,06	202
19	6,71	7,2	7,5	61,2	116,5	0,06	202
20	6,71	7,19	7,45	60,8	116,3	0,06	202
21	6,7	7,18	7,44	60,7	116,3	0,06	202
22	6,7	7,18	7,44	60,7	116,3	0,06	202
23	6,65	7,18	7,4	60,2	116,7	0,06	202
24	6,69	7,18	7,39	60,2	116,3	0,06	202
25	6,69	7,19	7,33	59,8	116,6	0,06	202
26	6,69	7,2	7,32	59,7	116,3	0,06	202
27	6,69	7,19	7,31	59,6	116,2	0,06	202
28	6,69	7,19	7,32	59,7	116,7	0,06	202
29	6,69	7,2	7,34	59,8	116,7	0,06	202
30	6,69	7,18	7,28	59,4	116,3	0,06	202
31	6,7	7,18	7,32	59,7	116,3	0,06	202
32	6,69	7,16	7,32	59,7	116,3	0,06	202
33	6,69	7,05	7,27	59,1	116,3	0,06	190

Stazione	centro lago						
Luogo	Lago di Monate						
Data	05/04/2016			Ora inizio/fine:		11.30 – 12.30	
Meteo/ temp aria		sereno					
Trasparenza (m)		3,5		Clorofilla (µg/l)		2,878	
Prof m \ Parametri	TEMP. ACQUA (°C)	pH	O2 (mg/l)	O2 (%sat)	COND SPC (µS/cm)	SALIN. (%NaCl)	ORP
0	13,28	8,13	9,58	92,0	117,8	0,06	246
1	12,38	8,16	9,76	91,6	117,4	0,06	247
2	12,26	8,22	9,95	93,0	117,8	0,06	248
3	11,74	8,30	10,09	93,4	117,4	0,06	248
4	11,10	8,30	10,29	93,5	117,1	0,06	250
5	9,80	8,18	10,08	89,8	115,9	0,06	255
6	8,68	7,59	9,23	79,8	115,9	0,06	273
7	8,14	7,36	8,61	73,6	116,2	0,06	278
8	7,87	7,30	8,57	72,2	116,0	0,06	279
9	7,74	7,27	8,47	71,5	116,2	0,06	278
10	7,57	7,24	8,17	68,5	115,6	0,06	278
11	7,44	7,19	8,02	67,0	115,6	0,06	278
12	7,29	7,17	7,85	65,3	116,0	0,06	277
13	7,16	7,12	7,66	63,9	116,0	0,06	276
14	6,99	7,09	7,44	61,5	115,3	0,06	275
15	6,92	7,06	7,38	61,0	115,9	0,06	272
16	6,94	7,05	7,39	61,0	115,6	0,06	269
17	6,82	7,01	7,13	59,3	115,8	0,05	268
18	6,71	6,99	7,05	57,9	116,1	0,05	264
19	6,67	6,97	6,94	57,0	115,3	0,05	262
20	6,59	6,94	6,78	55,3	115,9	0,05	260
21	6,56	6,93	6,70	54,9	115,9	0,06	258
22	6,55	6,89	6,50	53,1	116,1	0,06	255
23	6,48	6,86	6,34	51,7	115,7	0,06	252
24	6,43	6,82	6,20	50,6	116,3	0,06	248
25	6,40	6,79	6,11	49,8	116,3	0,05	245
26	6,39	6,78	6,04	49,2	115,8	0,05	242
27	6,39	6,76	5,95	48,3	116,3	0,05	239
28	6,37	6,75	5,92	48,1	116,0	0,06	235
29	6,36	6,70	5,87	47,9	116,0	0,06	231
30	6,36	6,67	5,84	47,5	116,1	0,05	227
31	6,36	6,71	5,80	47,1	116,5	0,05	224
32	6,36	6,75	5,68	46,2	116,5	0,06	219
33	6,38	6,73	5,55	45,2	116,2	0,06	213
34	6,39	6,72	5,52	44,9	116,6	0,06	206
34,5	6,50	6,81	5,53	45,1	116,0	0,06	197

Stazione	centro lago						
Luogo	Lago di Monate						
Data	07/06/2016			Ora inizio/fine:		11.00 – 12.00	
Meteo/ temp aria		nuvoloso					
Trasparenza (m)		8		Clorofilla (µg/l)		2,790	
Prof m \ Parametri	TEMP. ACQUA (°C)	pH	O2 (mg/l)	O2 (%sat)	COND SPC (µS/cm)	SALIN. (%NaCl)	ORP
0	22,22	8,75	8,58	98,0	116,1	0,06	132
1	21,89	8,54	8,62	97,8	115,3	0,06	129
2	21,45	8,54	8,67	97,6	114,5	0,06	127
3	21,15	8,55	8,85	98,7	114,3	0,06	125
4	20,73	8,51	8,66	96,9	114,2	0,06	125
5	19,81	8,30	8,68	94,2	116,0	0,06	129
6	18,79	8,20	8,77	93,4	116,9	0,06	130
7	16,97	8,22	8,69	88,9	117,3	0,06	134
8	14,10	8,05	9,23	90,4	117,2	0,06	139

9	12,47	7,97	9,25	85,9	117,4	0,06	143
10	10,52	8,00	9,16	81,4	116,7	0,06	144
11	9,30	7,63	8,68	75,0	116,0	0,06	152
12	8,72	7,39	7,87	67,1	116,7	0,06	159
13	8,41	7,23	7,24	60,3	116,0	0,06	161
14	8,12	7,13	6,52	54,6	116,1	0,06	162
15	8,00	7,09	6,09	51,0	116,1	0,06	161
16	7,85	7,06	5,86	48,9	116,0	0,06	160
17	7,77	7,03	5,55	46,1	115,9	0,06	158
18	7,60	7,02	5,32	44,2	115,9	0,06	155
19	7,53	6,99	5,22	43,2	116,1	0,06	153
20	7,44	6,98	5,05	41,8	115,7	0,06	151
21	7,35	6,95	4,76	38,9	116,2	0,06	148
22	7,24	6,92	4,48	36,8	115,9	0,06	145
23	7,11	6,89	4,15	33,6	116,4	0,06	140
24	6,94	6,87	3,48	28,4	116,2	0,06	137
25	6,82	6,87	3,50	28,4	116,6	0,06	132
26	6,78	6,87	3,38	27,3	116,5	0,06	127
27	6,74	6,87	3,31	26,8	116,6	0,06	122
28	6,71	6,87	3,12	25,3	116,6	0,06	116
29	6,68	6,87	3,00	24,2	116,6	0,06	110
30	6,66	6,87	3,02	24,4	116,1	0,06	96
31	6,65	6,87	2,79	22,6	116,1	0,06	74
32	6,66	6,89	2,36	19,5	116,2	0,06	71
33	6,67	6,90	2,13	17,3	116,0	0,06	59

Stazione	centro lago						
Luogo	Lago di Monate						
Data	02/08/2016			Ora inizio/fine:		11.30 – 12.10	
Meteo/ temp aria		sole					
Trasparenza (m)		8		Clorofilla (µg/l)		0,075	
Prof m \ Parametri	TEMP. ACQUA (°C)	pH	O2 (mg/l)	O2 (%sat)	COND SPC (µS/cm)	SALIN. (%NaCl)	ORP
0	27,12	8,88	8,05	101,3	116,8	0,06	163
1	26,64	8,98	8,09	100,8	116,8	0,06	152
2	26,44	8,97	8,10	100,7	116,5	0,06	150
3	26,35	8,97	8,09	100,4	116,4	0,06	147
4	26,28	9,98	8,12	100,7	116,4	0,06	144
5	26,12	9,00	8,10	100,3	116,9	0,06	167
6	22,26	9,09	8,95	108,4	118,0	0,06	122
7	22,95	9,33	11,36	132,4	118,3	0,06	114
8	20,24	9,55	12,65	139,9	120,5	0,06	112
9	15,76	9,30	11,38	114,9	118,8	0,06	122
10	12,48	8,95	9,83	91,6	117,1	0,06	139
11	9,98	8,06	8,55	77,4	117,7	0,06	163
12	10,02	7,68	7,50	66,0	117,6	0,06	171
13	9,50	7,52	6,76	58,5	116,7	0,06	172
14	9,12	7,40	5,63	48,6	117,2	0,06	171
15	8,82	7,34	5,09	43,6	116,6	0,06	168
16	8,57	7,30	4,69	39,5	116,8	0,06	165
17	8,35	7,26	4,16	35,4	116,8	0,06	161
18	8,19	7,22	3,64	30,7	117,9	0,06	157
19	7,91	7,19	3,16	26,1	117,1	0,06	152
20	7,65	7,13	2,32	19,3	117,4	0,06	146
21	7,46	7,11	1,72	13,9	117,3	0,06	140
22	7,29	7,09	1,39	11,4	117,3	0,06	134
23	7,00	7,08	0,60	4,9	117,0	0,06	128
24	6,90	7,07	0,45	3,7	117,3	0,06	122
25	6,88	7,07	0,46	3,8	116,8	0,06	115
26	6,80	7,06	0,39	3,2	117,0	0,06	107

27	6,77	7,06	0,49	3,8	116,8	0,06	100
28	6,76	7,05	0,07	0,4	117,6	0,06	91
29	6,74	7,05	0,20	1,2	118,2	0,06	87
30	6,72	7,04	0,00	0,0	119,3	0,06	81
31	6,74	7,05	0,00	0,0	118,7	0,06	77
32	6,76	7,05	0,00	0,0	119,9	0,06	66
33	6,90	7,06	0,00	0,0	120,9	0,06	59
34	6,75	7,10	0,00	0,0	121,6	0,06	59
35	6,85	7,24	0,00	0,0	121,5	0,06	50

Stazione	centro lago						
Luogo	Lago di Monate						
Data	13/09/2016			Ora inizio/fine:		11.00 – 12.00	
Meteo/ temp aria		sole 25°					
Trasparenza (m)		7		Clorofilla (µg/l)		0,613	
Prof m \ Parametri	TEMP. ACQUA (°C)	pH	O2 (mg/l)	O2 (%sat)	COND SPC (µS/cm)	SALIN. (%NaCl)	ORP
0	25,40	8,94	9,89	119,9	117,7	0,06	71
0,5	25,39	8,97	9,89	120,0	117,7	0,06	66
1	25,38	8,96	9,92	120,3	117,7	0,06	63
2	25,37	8,96	9,96	120,8	117,4	0,06	57
3	25,36	8,94	9,94	120,5	117,3	0,06	55
4	25,35	8,92	9,98	120,9	117,8	0,06	52
5	25,34	8,89	10,00	121,2	117,8	0,06	49
6	25,33	8,88	10,18	123,2	117,3	0,06	44
7	25,32	8,88	10,08	122,2	117,0	0,06	40
8	23,45	9,15	13,34	156,2	119,0	0,06	33
9	18,70	9,09	13,90	147,9	118,9	0,06	39
10	14,92	8,54	12,19	120,0	118,2	0,06	57
11	12,47	8,04	10,91	102,2	117,4	0,06	73
12	11,00	7,53	9,15	82,4	117,4	0,06	87
13	10,21	7,34	7,51	66,4	117,0	0,06	89
14	9,81	7,24	6,37	55,8	117,6	0,06	86
15	9,31	7,16	4,94	42,7	117,6	0,06	81
16	9,07	7,14	4,40	37,9	117,9	0,06	74
17	8,71	7,11	3,67	31,4	117,6	0,06	69
18	8,44	7,10	3,48	29,4	117,6	0,06	62
19	8,16	7,06	2,58	21,6	118,1	0,06	57
20	7,88	7,04	2,04	17,0	117,8	0,06	50
21	7,64	7,02	0,49	4,2	117,9	0,06	41
22	7,46	7,01	0,00	0,0	117,9	0,06	36
23	7,24	7,02	0,00	0,0	117,5	0,06	33
24	7,10	7,01	0,00	0,0	117,8	0,06	20
25	7,05	7,00	0,00	0,0	117,6	0,06	16
26	7,00	7,01	0,00	0,0	117,9	0,06	11
27	6,93	7,00	0,00	0,0	118,1	0,06	7
28	6,88	7,00	0,00	0,0	118,1	0,06	3
29	6,83	7,01	0,00	0,0	118,0	0,06	-2
30	6,79	7,02	0,00	0,0	186,5	0,09	-9
31	6,77	7,02	0,00	0,0	200,2	0,10	-19
32	6,73	7,02	0,00	0,0	218,2	0,10	-44
33	7,02	6,71	0,00	0,0	227,6	0,11	-45
34	7,03	6,69	0,00	0,0	237,0	0,11	-47
35	7,60	6,92	0,00	0,0	231,0	0,11	-44

Stazione	centro lago		
Luogo	Lago di Monate		
Data	04/11/2016	Ora inizio/fine:	10.30 – 11.15
Meteo/ temp aria	parzialmente coperto		

Trasparenza (m)		9		Clorofilla (µg/l)		0,400	
Prof m \ Parametri	TEMP. ACQUA (°C)	pH	O2 (mg/l)	O2 (%sat)	COND SPC (µS/cm)	SALIN. (%NaCl)	ORP
0	15,39	8,66	8,97	92,2	116,5	0,06	21
1	15,42	8,68	8,94	92,0	116,1	0,06	19
2	15,42	8,65	8,99	92,5	116,4	0,06	19
3	15,42	8,64	9,00	92,6	116,0	0,06	18
4	15,41	8,63	8,97	92,1	116,1	0,06	15
5	15,41	8,62	8,80	92,4	116,0	0,06	14
6	15,34	8,61	8,97	91,9	116,1	0,06	10
7	15,40	8,61	8,95	92,0	116,1	0,06	2
8	15,41	8,59	8,96	92,1	116,0	0,06	-1
9	15,41	8,58	8,97	92,2	116,1	0,06	-4
10	15,36	8,55	8,93	91,7	116,4	0,06	-9
11	15,38	8,24	8,94	91,8	116,5	0,06	-14
12	13,70	7,65	8,11	79,2	117,9	0,06	-3
13	10,63	7,52	5,61	52,0	118,2	0,06	-12
14	9,92	7,44	3,58	32,1	118,7	0,06	-24
15	9,56	7,42	2,68	23,4	117,7	0,06	-30
16	9,15	7,40	1,92	17,1	118,5	0,06	-34
17	8,67	7,42	1,97	17,2	118,0	0,06	-39
18	8,36	7,41	1,16	10,1	118,1	0,06	-46
19	8,17	7,41	0,35	3,3	117,7	0,06	-51
20	7,82	7,41	0,00	0,0	117,9	0,06	-53
21	7,56	7,42	0,00	0,0	118,6	0,06	-57
22	7,40	7,43	0,00	0,0	118,6	0,06	-60
23	7,25	7,44	0,00	0,0	118,5	0,06	-64
24	7,16	7,44	0,00	0,0	118,3	0,06	-69
25	7,01	7,44	0,00	0,0	118,4	0,06	-73
26	6,96	7,44	0,00	0,0	119,0	0,06	-75
27	6,91	7,45	0,00	0,0	118,6	0,06	-79
28	6,88	7,45	0,00	0,0	118,5	0,06	-82
29	9,86	7,45	0,00	0,0	118,8	0,06	-86
30	6,84	7,45	0,00	0,0	119,1	0,06	-90
31	6,82	7,44	0,00	0,0	120,2	0,06	-93
32	6,79	7,43	0,00	0,0	127,0	0,06	-95
33	6,75	7,33	0,00	0,0	124,0	0,06	-100
34	6,72	7,19	0,00	0,0	125,9	0,06	-96
34,9	7,46	7,12	0,00	0,0	165,0	0,08	-89

I dati relativi ai parametri di contorno sono invece riportati come medie dei valori registrati alle profondità indicate, rappresentativi quindi dell'intera colonna d'acqua.

	Fosforo (mg/l)	Silice (mg/l)	Ammoniaca (mg/l)	Alcalinità (mg/l)	Azoto tot (mg/l)	Nitriti (mg/l)	Nitrati (mg/l)
19/01/2016	0.012	0.04	0.07	59.4	0.22	1.59	<0.1
05/04/2016	0.003	0.05	0.10	60.30	0.48	1.71	<0.1
07/06/2016	0.003	0.04	0.01	62.61	0.38	1.79	<0.1
02/08/2016	0.002	0.03	0.03	60.87	0.38	1.81	<0.1
13/09/2016	<0.002	0.12	0.07	61.04	0.38	1.55	<0.1
04/11/2016	0.002	0.02	0.11	63.57	0.50	1.43	<0.1

Tabella 4. medie dei valori relativi ai parametri di contorno

I valori soggetti a maggiori fluttuazioni, sia stagionali sia sulla colonna d'acqua, sono la temperatura e la saturazione di ossigeno. Come si può osservare nei grafici riportati in Figura 9, il lago si configura come lago monomittico caldo con una netta stratificazione termica estiva ed isoterma invernale. I dati raccolti in questa campagna di monitoraggio confermano quanto già evidenziato in uno studio del 2004 (*OSSERVATORIO DEI LAGHI LOMBARDI Fondazione Lombardia per l'Ambiente Qualità delle acque lacustri in Lombardia 1° Rapporto OLL – 2004*) che si basava su una serie storica di dati dagli anni '80 (anche se con alcune lacune)

al 2004, anno di stesura del rapporto.

Anche per quanto riguarda la clorofilla, i valori registrati in questa campagna (una media di 1,21 $\mu\text{g/l}$ con un massimo registrato ad aprile e giugno di 2,8) non si discostano da quanto già riportato nello studio del 2004 che riportava concentrazioni di clorofilla di 2 $\mu\text{g/l}$.

Le variazioni nella concentrazione di ossigeno rispecchiano direttamente le variazioni di temperatura e evidenziano un totale rimescolamento nel mese di gennaio fino ad aprile quando incomincia la stratificazione. Da agosto (questo anno è da segnalare un mese di giugno con temperature sotto la media stagionale) la stratificazione è completa e gli strati inferiori sono completamente privi di ossigeno. Situazione questa che si mantiene invariata fino a novembre.

I valori di fosforo sono quasi sempre sotto il limite di rilevabilità strumentale e non è quindi possibile una correlazione stagionale con questo indicatore.

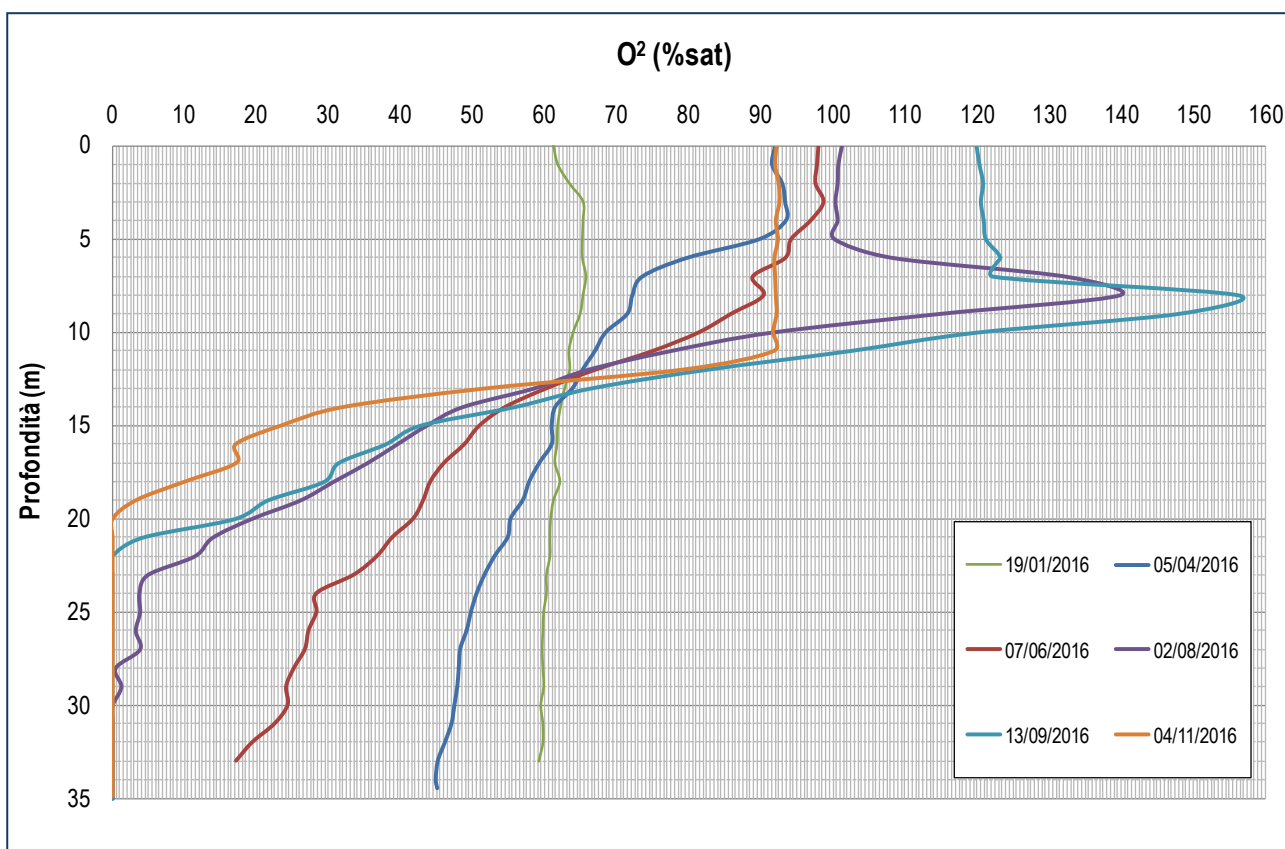
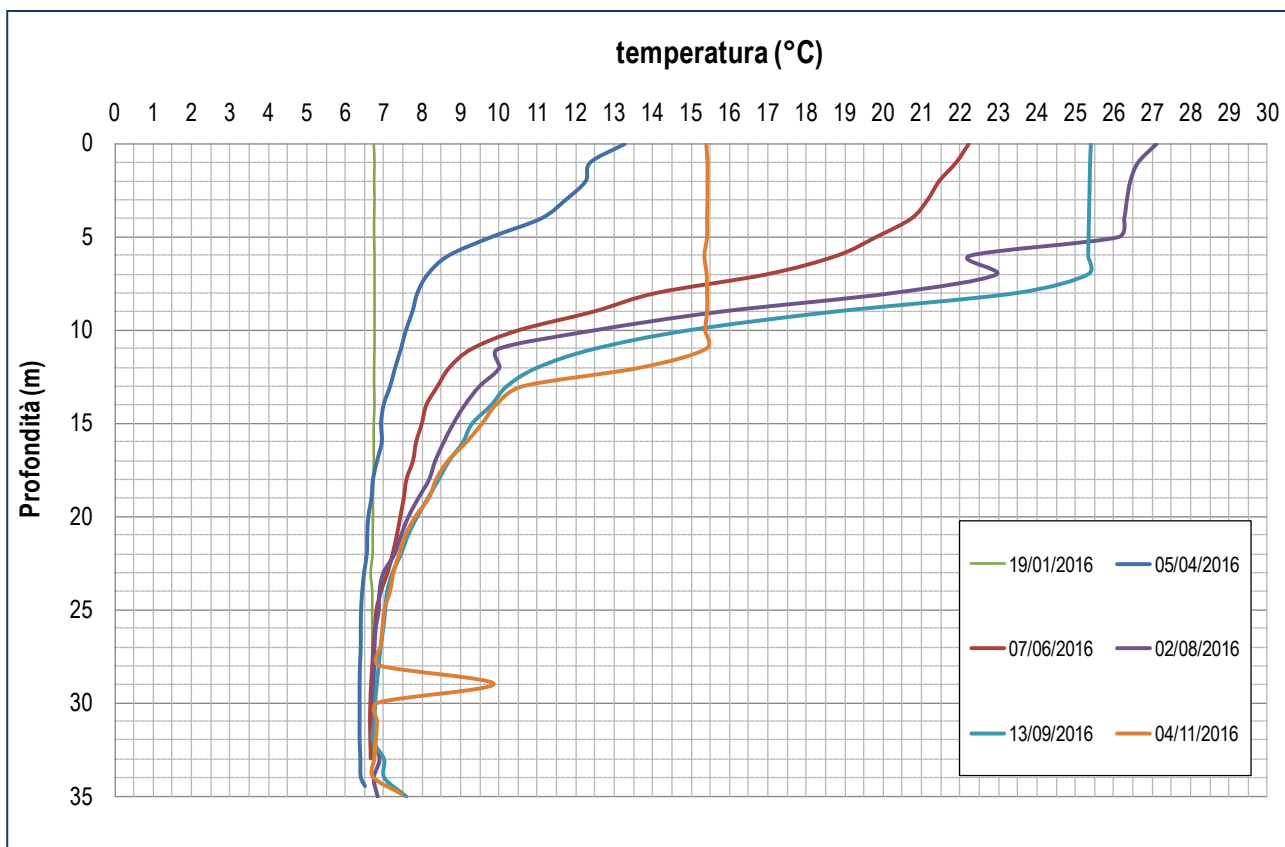


Figura 9. Confronto delle variazioni di temperatura (in alto) e saturazione di ossigeno (in basso), tra superficie e fondo

3.2 FITOPLANCTON

Questa campagna di monitoraggio ha permesso di definire per ogni mese di campionamento previsto, un elenco di specie, la relativa densità (ind/ml) e la biomassa (mm^3/m^3).

Si riportano di seguito l'elenco delle specie con le corrispondenti densità e biomasse rilevate nei singoli campionamenti:

data		
	19/01/2016	
	Trasparenza	8 m
CHLA 0,502 UG/L	profondità campione integrato (m)	20 m
Taxon	Densità (cell/mL)	Biomassa (mm^3/m^3)
CIANOBACTERIA		
Aphanocapsa	520,00	0,20
Dolichospermum lemmermannii	4,16	0,50
Aphanizomenon flos-aquae	154,84	0,40
Chroococcus limneticus	3,93	0,20
Planktolyngbya	3,56	0,20
Planktothrix	1,82	0,10
Planktothrix rubescens	36,37	2,10
SOMMA	724,68	3,70
CHLOROPHYTA		
Botryococcus braunii	0,08	1,70
Closterium aciculare	0,68	0,00
Closterium acutum	28,29	0,80
Elakatothrix	15,23	0,10
Koliella	0,56	0,00
Monoraphidium komarkovae	0,16	0,00
Oocystis lacustris	1,92	0,50
Scenedesmus	0,04	0,10
Staurastrum paradoxum	0,04	0,10
SOMMA	47,00	3,30
CHRYSTOPHYTA		
Mallomonas elongata	0,20	0,60
Mallomonas akrokomos	4,35	0,60
Mallomonas caudata	0,56	4,00
SOMMA	5,11	5,20
CRYPTOPHYTA		
Cryptomonas marssonii	2,16	0,90
Cryptomonas ovata	7,32	10,00
Cryptomonas erosa	0,64	1,70
Cryptomonas curvata	1,96	3,40
Rhodomonas	2,00	0,30
Plagioselmis nannoplantica	195,86	10,60
Plagioselmis lacustris	0,08	0,00
Katablepharis ovalis	52,23	6,30
SOMMA	262,25	33,20
BACILLARIOPHYTA		
Asterionella formosa	132,75	38,30
Cyclotella	0,04	0,1
Cyclotella bodanica	1,44	1,2
Fragilaria crotonensis	19,28	30,20
Ulnaria acus	0,12	0,10
SOMMA	20,88	31,60
DINOPHYTA		
Ceratium hirundinella	0,24	17,20
Gymnodinium	0,24	1,60
Gymnodinium helveticum	0,04	2,80

Peridinium willei	0,04	0,50
SOMMA	0,56	22,10
TOTALE	1193,2	137,4
	DENSITA'	BIOMASSA

data	05/04/2016	
	Trasparenza	3,5 m
CHLA 2,878 UG/L	profondità campione integrato (m)	9 m
Taxon	Densità (cell/mL)	Biomassa (mm ³ /m ³)
CIANOBACTERIA		
Aphanocapsa delicatissima	8,80	0,00
Aphanothece	70,40	0,00
Dolichospermum lemmermannii	108,64	6,90
SOMMA	187,84	6,90
CHLOROPHYTA		
Botryococcus braunii	0,16	3,40
Elakatothrix gelatinosa	0,24	0,00
Monoraphidium komarkovae	4,35	0,20
Oocystis lacustris	1,76	0,10
Closterium acutum	0,16	0,00
Closterium aciculare	0,08	0,20
SOMMA	6,75	3,90
CHRYSTOPHYTA		
Dinobryon divergens	2344,87	241,20
Mallomonas elongata	1,44	2,90
Mallomonas acaroides	0,32	1,90
Mallomonas akrokomos	15,23	2,00
Uroglena	3679,94	303,50
Mallomonas caudata	1,68	11,90
SOMMA	6043,47	563,40
CRYPTOPHYTA		
Cryptomonas marssonii	0,64	0,30
Cryptomonas ovata	4,00	5,50
Cryptomonas erosa	0,08	0,20
Cryptomonas curvata	1,52	2,70
Cryptomonas	1,28	2,80
Plagioselmis nannoplantica	380,83	20,70
Plagioselmis lacustris	0,80	0,20
Katablepharis ovalis	58,76	7,10
SOMMA	447,91	39,50
BACILLARIOPHYTA		
Cyclotella	152,33	44
Cyclotella bodanica	0,08	0,1
Asterionella formosa	1,60	1,40
Nitzschia	0,08	0,2
Fragilaria crotonensis	19,60	30,70
SOMMA	173,69	76,40
DINOPHYTA		
Ceratium hirundinella	0,16	11,40
Gymnodinium helveticum	0,88	5,80
Peridinium willei	0,72	33,40
SOMMA	1,76	50,60
TOTALE	6861,4	740,7
	DENSITA'	BIOMASSA

data	07/06/2016	
	Trasparenza	8 m
CHLA 2,790 UG/L	profondità campione integrato (m)	20 m
Taxon	Densità (cell/mL)	Biomassa (mm ³ /m ³)
CIANOBACTERIA		

Aphanothece	13601,18	8,20
Aphanocapsa	8432,73	3,40
Aphanocapsa delicatissima	402,59	0,10
Cyanodictyon imperfectum	217,62	0,10
Limnothrix	89,20	0,70
Aphanizomenon	265,80	14,00
Planktothrix	103,40	6,70
SOMMA	23112,52	33,20
CHLOROPHYTA		
Coelastrum reticulatum	43,52	28,20
Elakatothrix gelatinosa	2,80	0,30
Dictyosphaerium pulchellum	9,60	0,70
Nephrocytium aghardianum	3,20	0,50
Monoraphidium	43,52	2,30
Oocystis lacustris	0,40	0,00
Scenedesmus planctonicus	1,60	0,50
Scenedesmus	0,80	0,00
Scenedesmus ellipticus	1,60	0,10
Closterium acutum	0,40	0,10
Closterium aciculare	0,40	1,00
Cosmarium depressum	0,40	0,20
Willea irregularis	4,00	0,10
Staurastrum	0,20	2,30
SOMMA	112,45	36,30
CHRYSOPHYTA		
Chrysochromulina	146,89	4,50
Ochromonas	810,63	112,70
Uroglena	174,10	14,40
Dinobryon divergens	33,80	3,50
Mallomonas elongata	0,40	1,10
Mallomonas acaroides	0,20	1,20
Mallomonas caudata	1,20	8,50
SOMMA	1167,22	145,90
CRYPTOPHYTA		
Cryptomonas marssonii	2,20	1,00
Cryptomonas ovata	5,00	6,80
Cryptomonas erosa	0,20	0,50
Cryptomonas curvata	0,20	0,40
Plagioselmis nannoplanctica	320,99	17,40
Plagioselmis lacustris	0,80	0,20
Katablepharis ovalis	54,40	6,50
SOMMA	383,79	32,80
BACILLARIOPHYTA		
Cyclotella	16,32	1,6
Cyclotella bodanica	0,20	0,4
Asterionella formosa	3,80	3,20
Fragilaria crotonensis	23,20	36,30
Ulnaria ulna	0,20	0,10
SOMMA	43,72	41,60
DINOPHYTA		
Ceratium hirundinella	0,40	12,80
Gymnodinium helveticum	0,20	1,30
Peridinium	0,20	0,30
SOMMA	0,80	14,40
TOTALE	24820,5	304,2
	DENSITA'	BIOMASSA

data	02/08/2016	
	Trasparenza	8 m
CHLA 0.075 UG/L	profondità campione integrato (m)	20 m
Taxon	Densità (cell/mL)	Biomassa (mm ³ /m ³)
CIANOBACTERIA		
Dolichospermum lemmermannii	51,2	3,3
Aphanizomenon flos-aquae	175,4	11,8
Aphanizomenon	1143,5	68,5
Aphanocapsa	12968,2	5,2
Aphanocapsa delicatissima	1411,5	0,4
Aphanocapsa holsatica	27325,9	10,9
Aphanothece	10233,4	3,1
Chroococcus limneticus	54,4	6,2
Chroococcus turgidus	21,8	4,8
Microcystis aeruginosa	573,4	18,9
Pseudoanabaena	68,5	0,7
Cyanodictyon planctonicum	617,5	0,2
Cyanodictyon imperfectum	4918,2	1,5
Planktothrix	117,5	5,6
SOMMA	59680,6	141,1
CHLOROPHYTA		
Ankya judayi	10,9	0,5
Ankistrodesmus falcatus	0,8	0,0
Closterium aciculare	0,8	2,1
Closterium acutum	0,6	0,2
Crucigeniella rectangularis	12,0	0,4
Cosmarium	0,4	0,3
Cosmarium depressum	0,4	1,0
Elakatothrix gelatinosa	2,8	0,3
Gloeocystis	1,6	0,8
Kirchneriella irregularis	495,1	16,3
Monoraphidium komarkovae	54,4	2,9
Nephrocystium aghardianum	8,0	1,3
Oocystis lacustris	27,2	0,2
Oocystis solitaria	5,4	6,6
Sphaerocystis schroeteri	304,7	19,8
Eutetramorus fottii	195,9	6,5
Scenedesmus	1,6	0,0
Staurastrum	0,8	9,1
Staurastrum paradoxum	0,2	0,7
Tetraedron minimum	16,3	2,2
SOMMA	1139,9	71,2
CHRYSTOPHYTA		
Chrysochromulina	2241,5	69,3
Dinobryon divergens	19,2	2,0
Mallomonas acaroides	0,2	1,2
Mallomonas akrokomos	21,8	2,8
Mallomonas caudata	0,8	5,7
Ochromonas	5,4	0,9
Uroglena	21,8	1,8
SOMMA	2310,6	83,7
CRYPTOPHYTA		
Cryptomonas marssonii	0,6	0,3
Cryptomonas curvata	0,2	0,4
Cryptomonas ovata	3,8	5,2
Katablepharis ovalis	119,7	14,4
Plagioselmis lacustris	32,6	6,5
Plagioselmis nannoplantica	201,3	10,9
SOMMA	358,2	37,7
BACILLARIOPHYTA		

Cyclotella	38,1	3,8
Asterionella formosa	7,8	2,2
Fragilaria crotonensis	15,8	24,7
SOMMA	61,7	30,7
DINOPHYTA		
Ceratium hirundinella	2,8	89,5
Gymnodinium	0,1	1,3
Gymnodinium helveticum	0,4	2,7
Peridinium	1,2	1,8
Peridinium aciculiferum	0,1	0,6
SOMMA	4,6	95,9
TOTALE	63555,6	460,3
	DENSITA'	BIOMASSA

data	19/09/2016	
	Trasparenza	7 m
CHLA 0,613 UG/L	profondità campione integrato (m)	18 m
Taxon	Densità (cell/mL)	Biomassa (mm3/m3)
CYANOBACTERIA		
Aphanocapsa holsatica	1044,57	0,40
Aphanothece	2176,19	1,30
Aphanocapsa	3264,28	1,30
Aphanocapsa delicatissima	348,19	0,10
Cyanodictyon imperfectum	2361,16	0,70
Aphanizomenon	1106,08	58,40
Dolichospermum lemmermannii	38,40	2,40
Chroococcus limneticus	12,96	1,50
Chroococcus turgidus	0,64	0,10
Microcystis aeruginosa	33,60	1,10
Planktothrix rubescens	18,19	1,10
Snowella	29,60	0,30
SOMMA	10433,86	68,70
CHLOROPHYTA		
Botryococcus sp.	1,44	0,00
Crucigeniella sp.	1,28	0,00
Coelastrum microporum	0,08	0,30
Coelastrum reticulatum	9,20	7,90
Elakatothrix gelatinosa	4,96	0,60
Elakatothrix sp.	11,76	0,30
Coenocystis sp.	1,76	0,70
Nephrocystium aghardianum	1,92	0,30
Monoraphidium komarkovae	13,06	0,70
Monoraphidium sp.	8,70	0,30
Oocystis solitaria	16,32	7,60
Oocystis lacustris	184,98	1,10
Gloeocystis sp.	1,92	1,00
Mougeotia sp.	0,16	3,80
Oocystis sp.	0,56	0,10
Scenedesmus magnus	0,32	0,10
Scenedesmus quadricauda	1,92	0,10
Scenedesmus	24,64	0,70
Schroederia setigera	0,32	0,10
Scenedesmus platidiscus	0,32	0,00
Kirchneriella irregularis	76,17	2,50
Tetraedron minimum	38,08	5,00
Tetraedron	4,35	1,10
Closterium acutum	1,68	0,40
Planctonema lauterbornii	1,60	0,20
Cosmarium depressum	3,04	1,60
Cosmarium	0,48	0,40

Crucigeniella rectangularis	1,76	0,00
Staurastrum paradoxum	0,64	2,20
Staurastrum	0,32	1,90
Treubaria	0,08	0,00
SOMMA	413,82	41,00
CHRYSTOPHYTA		
Chrysochromulina	583,22	18,00
Dinobryon divergens	3,52	0,40
Mallomonas caudata	1,92	13,60
Mallomonas elongata	2,80	7,80
SOMMA	591,46	39,80
CRYPTOPHYTA		
Cryptomonas marssonii	2,18	0,90
Cryptomonas ovata	2,16	3,00
Cryptomonas curvata	0,08	0,10
Plagioselmis nannoplanctica	73,99	4,00
Plagioselmis lacustris	4,35	0,90
Katablepharis ovalis	67,46	8,10
SOMMA	150,22	17,00
BACILLARIOPHYTA		
Cyclotella ocellata	0,24	0,1
Cyclotella bodanica	8,96	12,2
Pinnularia	0,08	0,50
Nitzschia	0,16	0
Asterionella formosa	6,40	1,80
Fragilaria capucina	30,80	33,80
Fragilaria crotonensis	49,36	77,30
Ulnaria acus	0,08	0,00
Ulnaria ulna	0,16	0,00
SOMMA	96,24	125,70
DINOPHYTA		
Ceratium hirundinella	1,68	71,40
Gymnodinium helveticum	0,40	2,40
Peridinium	0,16	0,20
Peridinium willei	0,24	11,10
SOMMA	2,48	85,10
TOTALE	11688,08	377,30
	DENSITA'	BIOMASSA

data	04/11/2016	
	Trasparenza	9 m
CHLA 0,400 UG/L	profondità campione integrato (m)	23 m
Taxon	Densità (cell/mL)	Biomassa (mm ³ /m ³)
CIANOBACTERIA		
Aphanocapsa holsatica	176,00	0,10
Aphanizomenon	24,27	1,30
Aphanocapsa	259,20	0,10
Aphanothece	33,60	0,00
Chroococcus limneticus	2,08	0,20
Planktothrix	188,67	8,90
Snowella	26,40	0,20
Synechococcus	91,40	0,30
SOMMA	801,61	11,10
CHLOROPHYTA		
Botryococcus	0,16	3,40
Closterium aciculare	0,24	0,60
Closterium acutum	1,76	0,40
Coelastrum reticulatum	13,06	11,20
Cosmarium depressum	0,16	0,10
Dictyosphaerium pulchellum	2,24	0,50

Gloeocystis	3,52	1,80
Koliella	21,76	0,10
Monoraphidium komarkovae	30,47	0,90
Monoraphidium	2,18	0,10
Oocystis solitaria	2,18	2,60
Scenedesmus	0,64	0,00
Scenedesmus planctonicus	0,56	0,20
Sphaerocystis schroeteri	34,82	2,60
Staurastrum	0,08	0,90
Staurastrum paradoxum	0,24	0,80
SOMMA	114,06	26,20
CHRYSTOPHYTA		
Chrysochromulina	563,63	17,40
Mallomonas akrokomos	15,23	2,00
Mallomonas caudata	0,08	0,60
Synura	26,11	3,30
SOMMA	605,06	23,30
CRYPTOPHYTA		
Cryptomonas marssonii	0,56	0,20
Cryptomonas curvata	0,40	0,70
Cryptomonas erosa	0,08	0,20
Cryptomonas ovata	3,76	5,10
Katablepharis ovalis	28,29	3,40
Plagioselmis lacustris	21,76	4,30
Plagioselmis nannoplanctica	589,75	32,00
SOMMA	644,60	45,90
BACILLARIOPHYTA		
Cyclotella	19,59	1,7
Asterionella formosa	0,80	0,30
Cyclotella bodanica	0,32	0,6
Cyclotella ocellata	2,18	0,2
Fragilaria crotonensis	0,32	0,50
Navicula	0,08	0,30
SOMMA	23,28	3,60
DINOPHYTA		
Ceratium hirundinella	0,40	28,60
Gymnodinium helveticum	0,80	5,30
SOMMA	1,20	33,90
TOTALE	2189,81	144,00
	DENSITA'	BIOMASSA

Al termine della campagna di indagine sul Lago di Monate sono stati complessivamente individuati i seguenti taxa:

Classe	Taxon
CIANOBACTERIA	Aphanocapsa sp. Dolichospermum lemmermannii Aphanizomenon sp. Aphanizomenon flos-aquae Aphanocapsa sp. Aphanocapsa delicatissima Aphanocapsa holsatica Aphanothece Chroococcus limneticus Chroococcus turgidus Cyanodictyon imperfectum Cyanodictyon planctonicum Limnothrix sp. Microcystis aeruginosa Planktolyngbya sp. Planktothrix sp. Planktothrix rubescens Pseudanabaena sp. Snowella litoralis

	Synechococcus sp.
CHLOROPHYTA	Ankistrodesmus falcatus Ankyra judayi Botryococcus sp. Botryococcus braunii Coelastrum microporum Coelastrum reticulatum Coenocystis sp. Crucigeniella sp. Crucigeniella rectangularis Dictyosphaerium pulchellum Eutetramorus fottii Gloeocystis sp. Kirchneriella irregularis Monoraphidium sp. Monoraphidium komarkovae Nephrocystium agardhianum Oocystis sp. Oocystis lacustris Oocystis solitaria Scenedesmus sp. Scenedesmus ellipticus Scenedesmus magnus Scenedesmus planctonicus Scenedesmus platidiscus Scenedesmus quadricauda Schroederia setigera Sphaerocystis schroeteri Tetraedron caudatum Tetraedron minimum Treubaria triappendiculata Willea irregularis Closterium aciculare Closterium acutum Cosmarium sp. Cosmarium depressum Mougeotia Staurostrum sp. Staurostrum paradoxum Elakatothrix sp. Elakatothrix gelatinosa Koliella sp. Planctonema lauterbornii
CHRYSTOPHYTA	Chrysochromulina sp. Dinobryon divergens Mallomonas acaroides Mallomonas akrokomos Mallomonas caudata Mallomonas elongata Ochromonas sp. Synura sp. Uroglena sp.
CRYPTOPHYTA	Cryptomonas sp. Cryptomonas curvata Cryptomonas erosa Cryptomonas marssonii Cryptomonas ovata Katablepharis ovalis Plagioselmis lacustris Plagioselmis nannoplantica Rhodomonas sp.
BACILLARIOPHYTA	Asterionella formosa Cyclotella sp. Cyclotella bodanica Cyclotella ocellata Fragilaria capucina Fragilaria crotonensis Navicula sp. Nitzschia sp. Pinnularia sp. Ulnaria acus Ulnaria ulna

DINOPHYTA	Ceratium hirundinella
	Gymnodinium sp.
	Gymnodinium helveticum
	Peridinium sp.
	Peridinium aciculiferum
	Peridinium willei

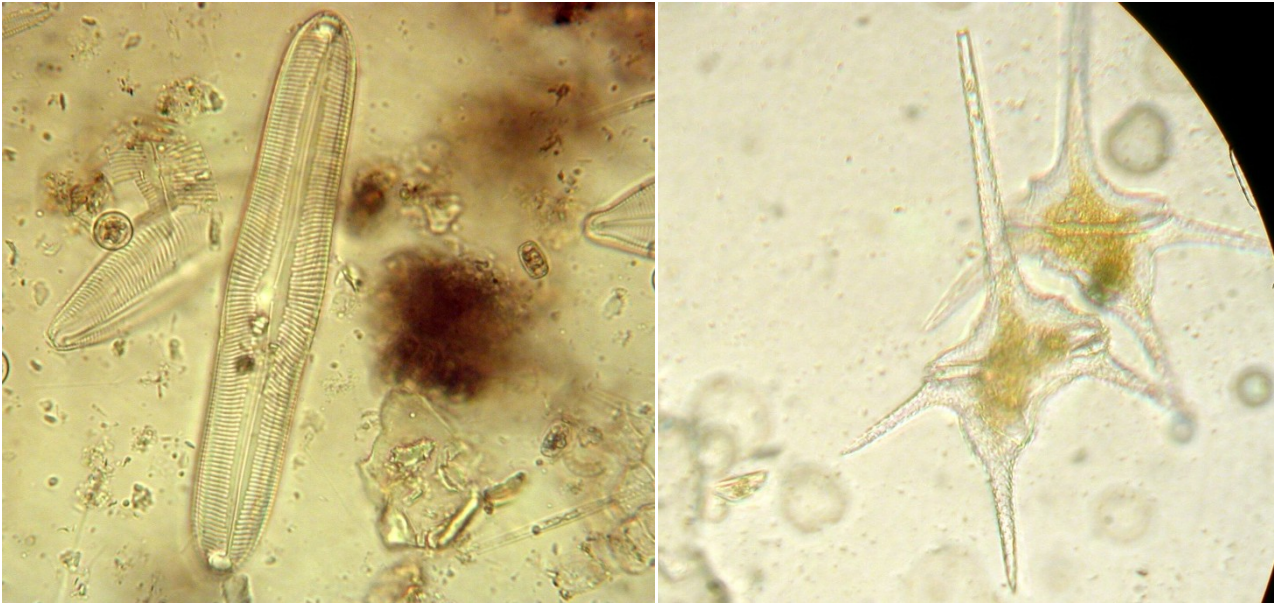


Figura 10. *Pinnularia* (Bacillariophyceae) a sinistra e *Ceratium hirundinella* (Dinophyceae) a destra

Risulta evidente la predominanza delle Chlorophyceae che costituiscono il 43% del totale (riconfermando, come per quasi tutti gli altri taxa, quanto ottenuto nella campagna 2014/2015), come si può vedere dalla Figura 11 che riassume il totale delle specie censite durante i sei campionamenti effettuati nelle campagne di monitoraggio dell'anno 2016 e nella campagna relativa al 2014/2015.

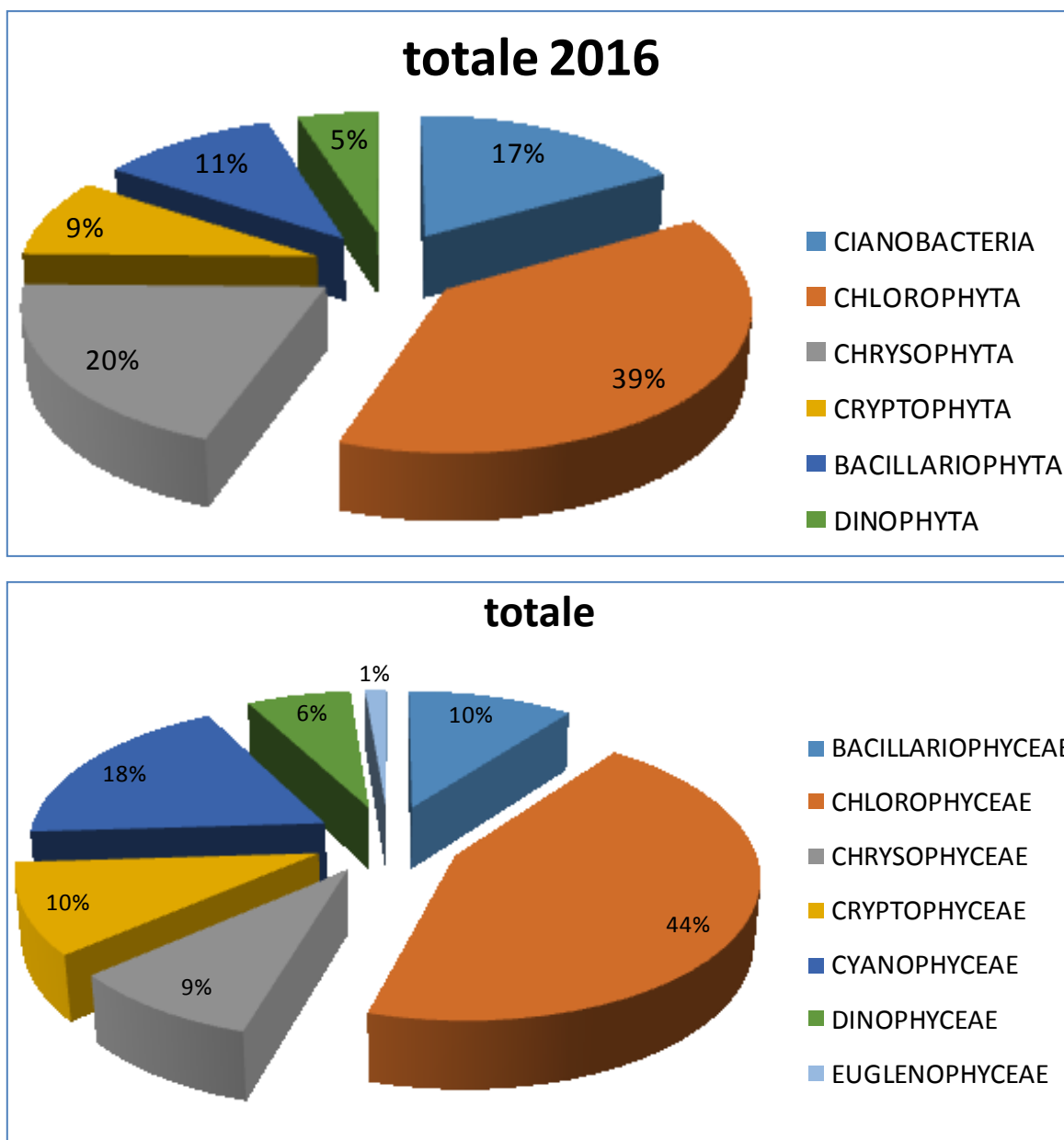


Figura 11. Composizione totale della popolazione fitoplanctonica durante il monitoraggio 2014/2015 e durante il monitoraggio 2016

Al contrario della composizione in specie, la composizione percentuale dei diversi taxa è suscettibile di notevoli variazioni stagionali. In Figura 12 vediamo riassunte le variazioni di biomassa e densità nei diversi mesi.

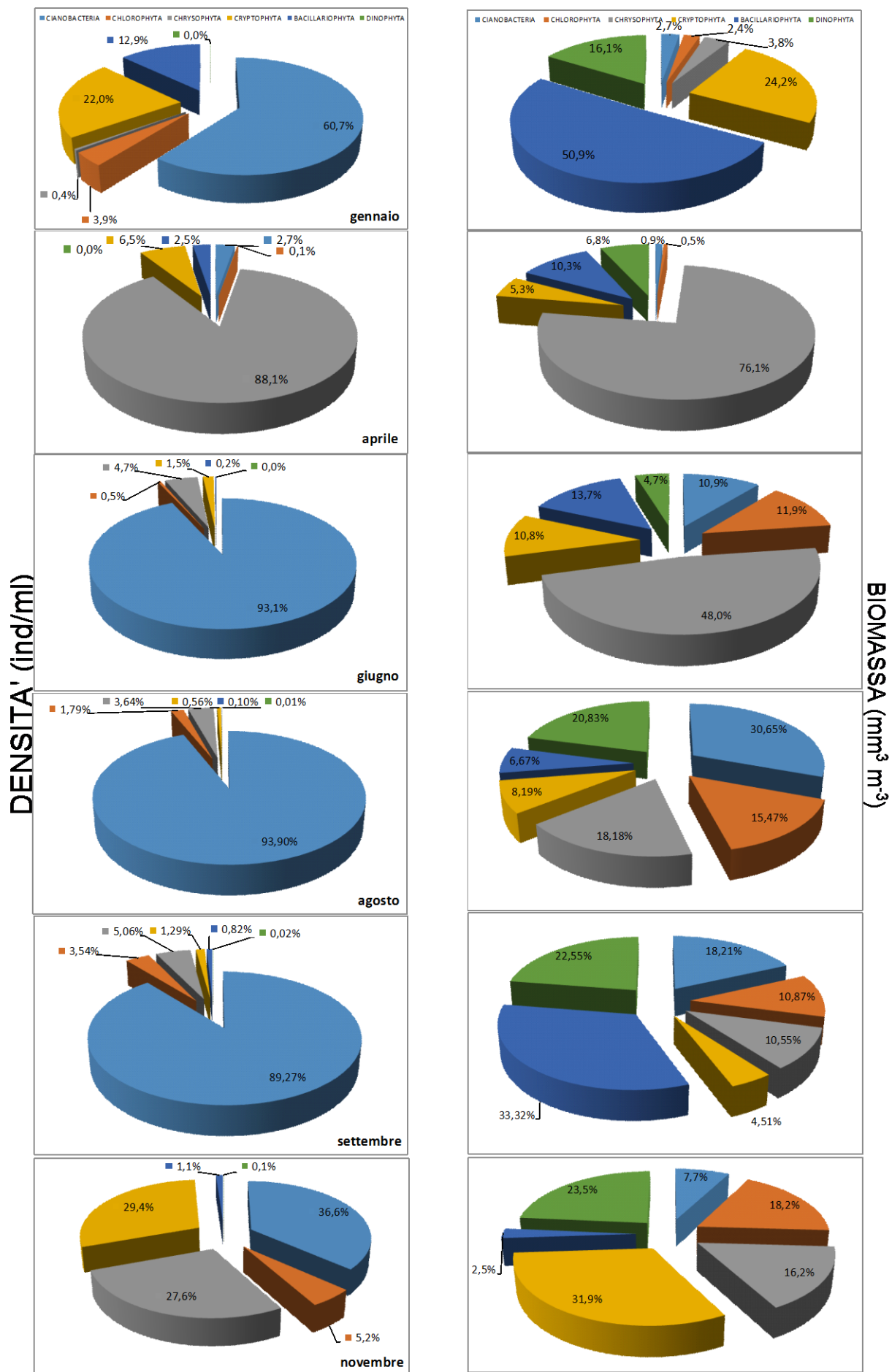


Figura 12. Variazioni stagionali di densità e biomassa

Le variazioni stagionali hanno riguardato non solo la composizione, ma anche il quantitativo in biovolume e la densità presente nel campione. In Figura 13 sono messe a confronto densità e quantitativi di biomassa nei diversi mesi di campionamento nei due anni di monitoraggio.

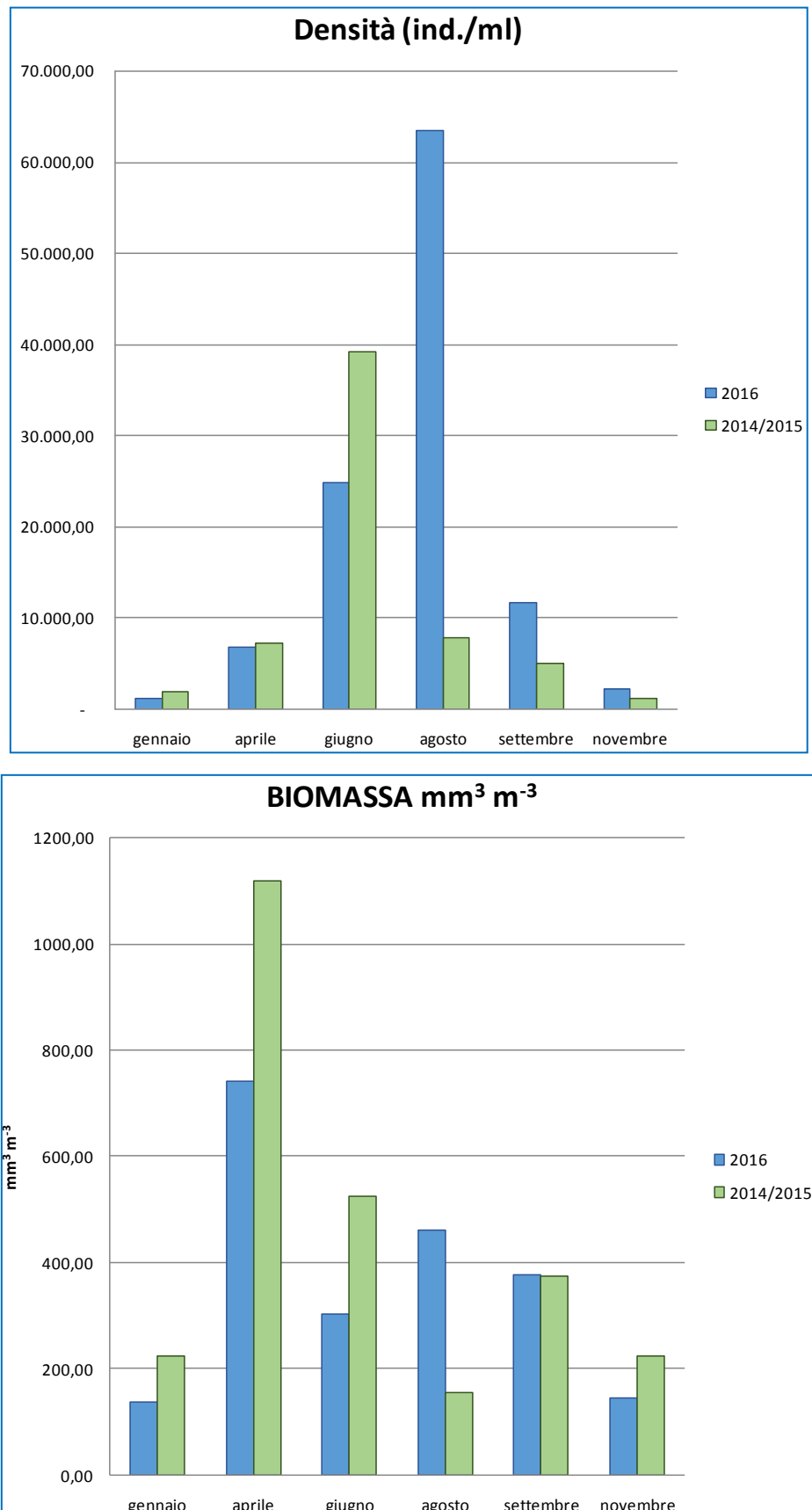


Figura 13. Confronto tra densità (in alto) e biomassa (in basso) nei diversi mesi dei due monitoraggi

Il valore massimo di densità relativo al periodo di studio è stato misurato nel mese di agosto con 63555,6 mm³/m³, di cui più del 93% è costituito dai Cianobatteri con predominanza delle *Chroococcales* sulle specie filamentose.

Sempre in termini di densità, i Cianobatteri costituiscono il phylum predominante con il 60,7% nel mese di gennaio e il 93,1 e 89,3% rispettivamente nei mesi di giugno e settembre. Nel mese di aprile la situazione è completamente capovolta con una netta prevalenza di Chrysophyceae (88,1%) mentre il campionamento autunnale è quello con una distribuzione di biomasse più equilibrata tra i diversi taxa.

I mesi estivi, con l'aumento della temperatura e la stratificazione della colonna d'acqua, vedono una predominanza ancora più marcata della classe delle Chlorophyceae presente fino a 31 specie nel mese di Settembre (densità 3,5% e biomassa 10,9 %) raggiungendo i massimi nel mese di Novembre con valori del 5,2% e 18,2% rispettivamente per densità e biomassa.

Nei mesi invernali, sempre in termini di densità, i Cianobatteri sono presenti per circa il 60,7% e 36,6%, le Cryptophyceae con il 22% e il 29%, le Bacillariophyceae con il 12,9% e 1,1% e le Crysophyceae con lo 0,4% e il 27,6% rispettivamente nei mesi di gennaio e novembre.

In termini di biomassa la situazione è confermata nel mese di aprile con una evidente predominanza delle Crysophyceae (76,1%). Le Crysophyceae predominano anche nel campionamento di giugno dove il taxon costituisce quasi la metà della biomassa presente (48%) mentre la restante metà è suddivisa tra i restanti gruppi con percentuali simili tra loro.

Diversamente, il phylum delle Chlorophyta, pressoché assente nei mesi di gennaio e aprile, comincia a essere numericamente più rappresentato a partire dal mese di giugno con percentuali che oscillano tra il 10,9% e il 18,2% della biomassa complessiva. Le Dinophyceae sono presenti durante l'intero anno aumentando i valori in biomassa dai mesi estivi e tardo estivi, rimanendo intorno al 20%.

È interessante notare come nel mese di aprile, sempre come composizione di biomassa, le diatomee (Bacillariophyceae) e le Crysophyceae arrivino a costituire più dei due terzi della biomassa totale (88% pari a 639,80 mm³/m³ su 740,40 totali).

3.2.1 APPLICAZIONE DELL'INDICE FITOPLANCTONICO

Come descritto precedentemente, l'indice sviluppato in Italia per la valutazione della qualità ecologica dei laghi a partire dal fitoplancton è denominato Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF) più recentemente IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton) o NITMET (Nuovo metodo italiano) (aggiornamento DM 260/2010). L'indice si basa sulla media dei valori di due indici: l'indice medio di biomassa e l'Indice di composizione (CNR-ISE, 2011). Il calcolo di questi due indici si basa a sua volta su più indici componenti: Concentrazione media di clorofilla *a* annuale, Biovolume medio annuo, PTIot.

L'applicazione dell'indice IPAM alla comunità fitoplanctonica del Lago di Monate per l'anno studiato ha permesso l'attribuzione di una Classe di Qualità pari a BUONO come riportato nella tabella sottostante (Tabella 5). E' stato inoltre calcolato l'indice ICF, in vigore precedentemente, il quale ha fornito una Classe di Qualità ELEVATO sempre per il Lago di Monate e per l'anno campionato (Tabella 5a).

Il valore di RQE ottenuto con l'applicazione del PTIot entra nel calcolo dell'indice fitoplanctonico (ICF/IPAM/NITMET), metodo di valutazione che combina i valori normalizzati di RQE ottenuti per clorofilla, biovolume e gli indici tassonomici stabiliti nei processi di intercalibrazione.

Laghi naturali macrotipi L1, L2, I2	
LAGO DI MONATE	
metriche	Valori
RQE_PTlot	0,68
Clorofilla a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1,21
BV medio ($\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$)	0,36
Indice medio biomassa	0,92
Indice medio composizione	0,68
IPAM/NITMET	0,80
Classe di qualità	Buono

Tabella 5. Indice biologico IPAM/NITMET

Laghi naturali macrotipi L2, I2	
LAGO DI MONATE	
metriche	Valori
RQE_PTlot	0,73
Clorofilla a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1,21
BV medio ($\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$)	0,36
Indice medio biomassa	0,96
Indice medio composizione	0,73
ICF	0,84
Classe di qualità	Elevato

Tabella 5a. Indice biologico ICF

3.3 MACROFITE

Già durante i sopralluoghi per il posizionamento dei transetti si era notato che la componente macrofittica del lago è molto sviluppata, ma poco diversificata. I rilievi effettuati lungo il perimetro del lago hanno confermato quanto era stato osservato in un primo momento.

Per ogni sito di monitoraggio, sono stati percorsi ed analizzati due transetti fino alla massima profondità di colonizzazione. Per ognuno si riporta l'elenco (Tabella 6) delle specie rinvenute, la media del punteggio di abbondanza attribuito in campo rispetto ai 4 punti di osservazione dalla barca e l'estensione da riva. Per una maggiore completezza sono state riportate tutte le specie censite anche se non comprese nel calcolo dell'indice (*Schoenoplectus lacustris*, *Juncus effusus*, *Phragmites*, *Carex elata*, *Lithrum salicaria*)

SITO A						
A1 estensione 35 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Schoenoplectus lacustris	Nimphaea alba			
0-1	2	3	4			
1-2	5	0	0			
2-3	5	0	0			
3-4	5	0	0			
4-5	5	0	0			
abbondanza media sito	4,4	0,6	0,8			
A2 estensione 30 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Juncus effusus	Nimphaea alba			
0-1	1	4	0			
1-2	4	0	3			
2-3	5	0	0			
3-4	5	0	0			
4-5	5	0	0			
abbondanza media sito	4	0,8	0,6			
SITO B						
B1 estensione 57 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Nitella hyalina	Myriophyllum spicatum			
0-1	1	2	0			
1-2	0	4	0			
2-3	1	3	1			
3-4	4	0	0			
4-5	5	0	0			
abbondanza media sito	2,2	1,8	0,2			
B2 estensione 81 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Myriophyllum spicatum	Potamogeton perfoliatus	Nitella hyalina		
0-1	1	1	0	2		
1-2	1	1	0	2		
2-3	3	2	3	2		
3-4	5	1	0	0		
4-5	5	0	0	0		
5-6	4	3	0	0		
6-7	3	3	0	0		
abbondanza media sito	3,1	1,6	0,4	0,9		

SITO C						
C 1 estensione 53 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major					
0-1	2					
1-2	5					
2-3	5					
3-4	5					
4-5	5					
abbondanza media sito	4,4					
C2 estensione 60 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Phragmites	Nimphaea alba	Vallisneria spiralis	Nitella hyalina	
0-1	4	2	1	0	1	
1-2	4	0	3	2	0	
2-3	5	0	0	0	0	
3-4	5	0	0	0	0	
4-5	4	0	0	0	0	
5-6	3					
abbondanza media sito	4,2	0,4	0,8	0,4	0,2	

SITO D						
D1 estensione 80 m						
intervallo di prof. (m)	Nitella hyalina	Carex elata	Lithrum salicaria	Nimphaea alba	Phragmites	Lagarosiphon major
0-1	2	2	2	3	2	0
1-2	2	0	0	4	0	1
2-3	0	0	0	4	0	2
3-4	0	0	0	0	0	1
abbondanza media sito	1	0,5	0,5	2,75	0,5	1
D2 estensione 90 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Nimphaea alba	Nimphaea sp.			
0-1	1	0	3			
1-2	3	3	0			
2-3	4	0	0			
3-4	4	0	0			
4-5	3	0	0			
abbondanza media sito	3	0,6	0,6			

SITO E						
E1 estensione 48 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major					
0-1	3					
1-2	5					
2-3	5					
3-4	5					
4-5	3					
abbondanza media sito	4,2					
E2 estensione 40 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Phragmites				

0-1	3	1				
1-2	5	0				
2-3	5	0				
3-4	5	0				
4-5	5	0				
abbondanza media sito	4,6	0,2				

SITO F						
F1 estensione 129 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Schoenoplectus lacustris	Phragmites			
0-1	1	4	3			
1-2	3	0	0			
2-3	4	0	0			
3-4	5	0	0			
abbondanza media sito	3,25	1	0,75			
F2 estensione 102 m						
intervallo di prof. (m)	Lagarosiphon major	Schoenoplectus lacustris				
0-1	1	4				
1-2	5	0				
2-3	5	0				
3-4	5	0				
abbondanza media sito	4	1				

Tabella 6. Siti e transetti di monitoraggio con relativi punteggi di abbondanza

Quasi la metà delle specie rilevate nei tratti di osservazione è costituita da *Lagarosiphon major* (esotica e invasiva), rinvenuta nella totalità dei siti di campionamento. In alcuni siti è addirittura l'unica specie rinvenuta (C1 e E1), mentre in altri la comunità macrofittica è maggiormente diversificata arrivando a censire 6 diverse specie nel transetto D1.

Rispetto a un lavoro precedente del CISBA-CNR pubblicato nel 2010: "Valutazione dello stato dei piccoli laghi della provincia di Varese attraverso lo studio delle comunità macrofittiche", la presenza della specie autoctona *Myriophyllum spicatum* si è notevolmente ridotta, passando da una presenza apprezzabile, seppur frammentata, nella zona sud e sud-ovest del lago, ad essere rilevata in un solo transetto su 6 (transetto B - zona meridionale-). In particolare, è stata censita in un solo punto di mappaggio nel transetto B1, tra 2 e 3 m di profondità, mentre si è notata una presenza più consistente nel transetto B2 dove colonizza da riva fino a 7 m di profondità a circa 80 m da riva.

In Figura 15 si riportano i punti dove sono stato censito *Myriophyllum* (in diminuzione rispetto al precedente rilievo) e *Vallisneria* non segnalata in altri lavori di monitoraggio.

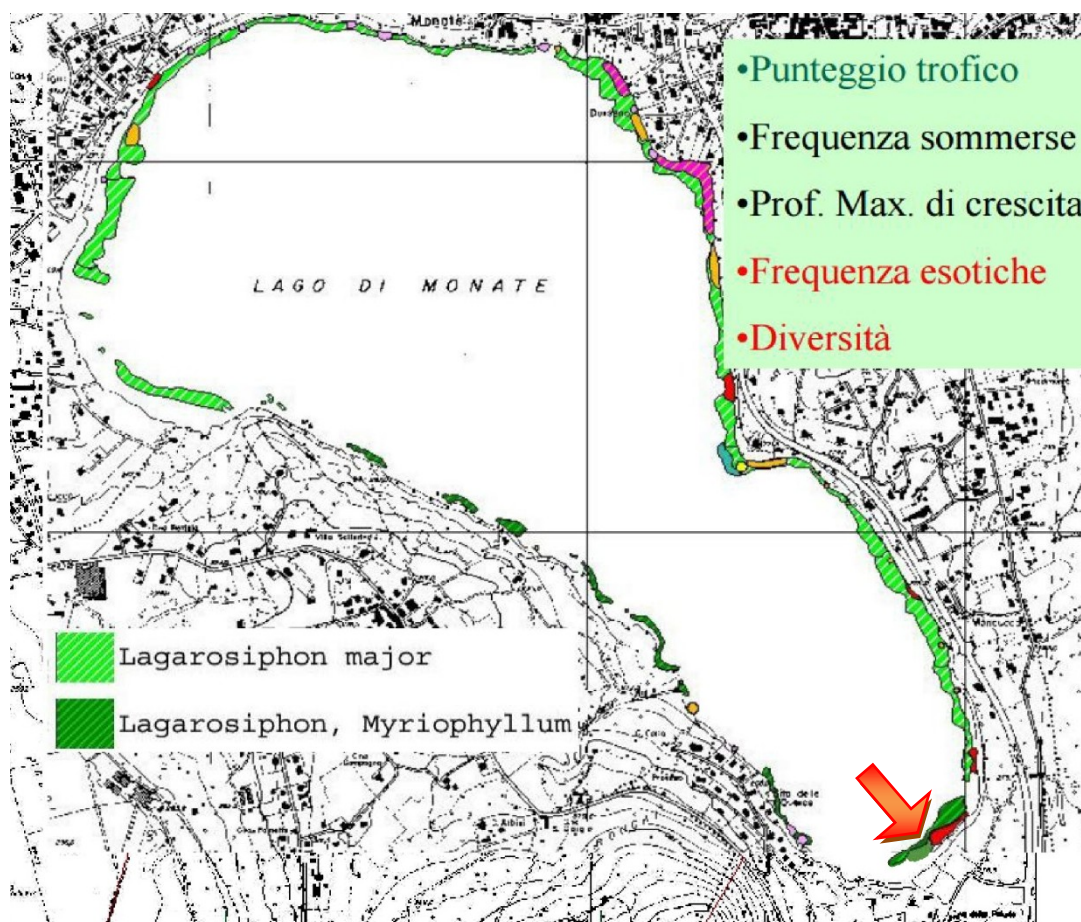


Figura 14. Risultato del monitoraggio CISBA-CNR del 2010. La freccia indica l'unico punto di ritrovamento di *Myriophyllum spicatum* in questa campagna di monitoraggio

Di seguito si riporta l'elenco completo (Tabella 7) delle specie rinvenute, sia quelle utilizzate per il calcolo dell'indice, sia quelle che non rientravano in questo conteggio, ma che sono state mappate e quindi riportate per una maggior completezza descrittiva.

Macrofite utilizzate per il calcolo dell'indice	Macrofite di cui è stata rilevata la presenza
Nitella hyalina	Schoenoplectus lacustris
Lagarosiphon major	Juncus effusus
Myriophyllum spicatum L.	Phragmites
Nymphaea alba L.	Lithrum salicaria
Potamogeton perfoliatus L.	Carex elata
Vallisneria spiralis L.	

Tabella 7. Elenco macrofite rinvenute durante il campionamento

Lo studio del 2004 precedentemente citato (*OSSERVATORIO DEI LAGHI LOMBARDI Fondazione Lombardia per l'Ambiente Qualità delle acque lacustri in Lombardia 1° Rapporto OLL – 2004*) riporta un elenco di macrofite acquatiche stilato sulla base di una lista floristica compilata tra il 1980 e il 1981. Rispetto a questa lista, si può notare come alcune specie confermino la loro presenza (*Schoenoplectus lacustris*, *Juncus effusus*, *Phragmites*, *Lithrum salicaria*, *Carex elata*, *Lagarosiphon major*, *Myriophyllum spicatum* L., *Nymphaea alba* L.) anche se con consistenze diverse, un'altra è presente con una diversa specie (*Potamogeton perfoliatus* al posto di *Potamogeton crispus*), mentre è da segnalare il ritrovamento di *Vallisneria spiralis* non censito precedentemente.

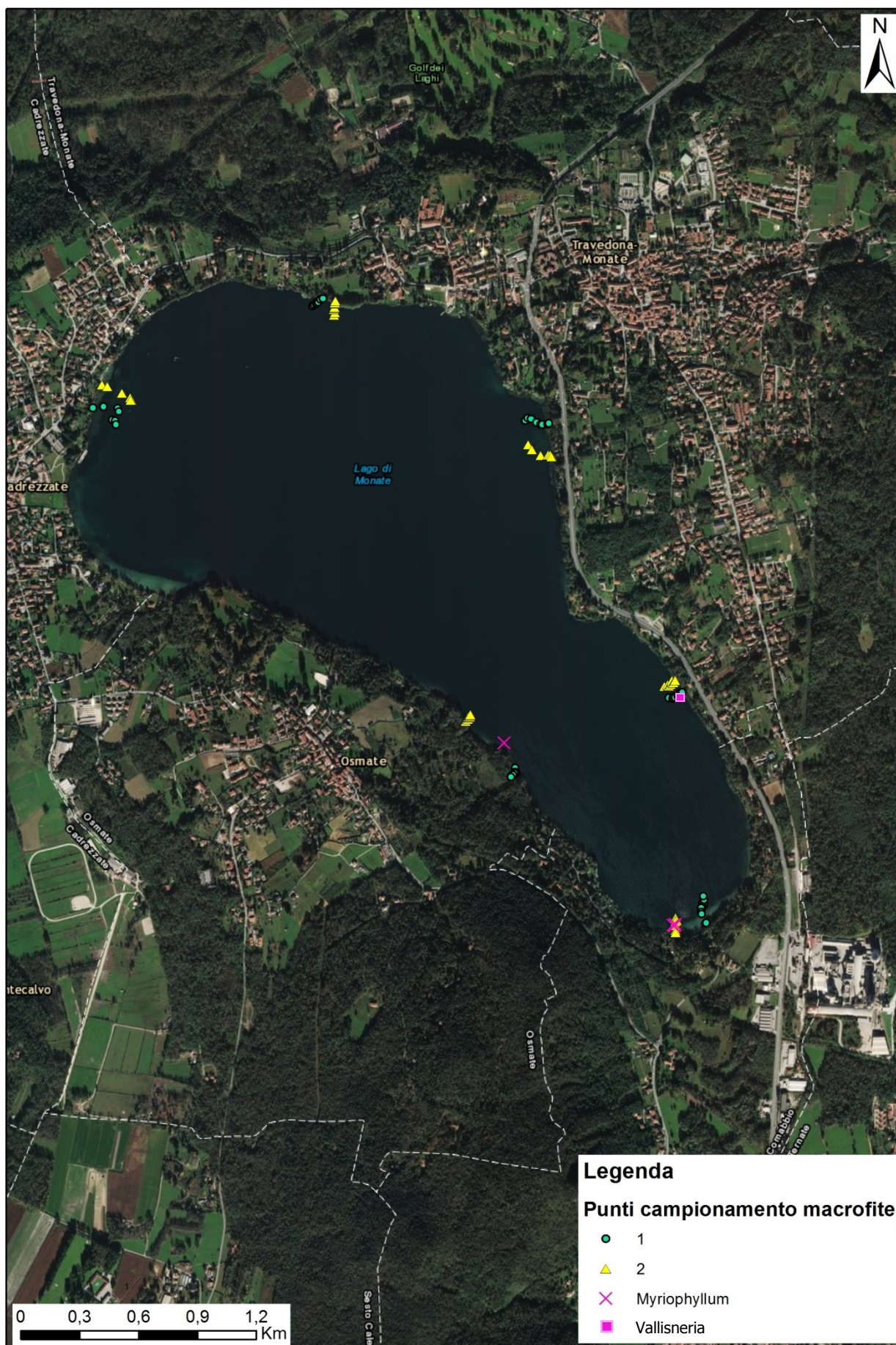


Figura 15. punti di ritrovamento di: *Myriophyllum* (in diminuzione) e *Vallisneria* (nuova segnalazione)

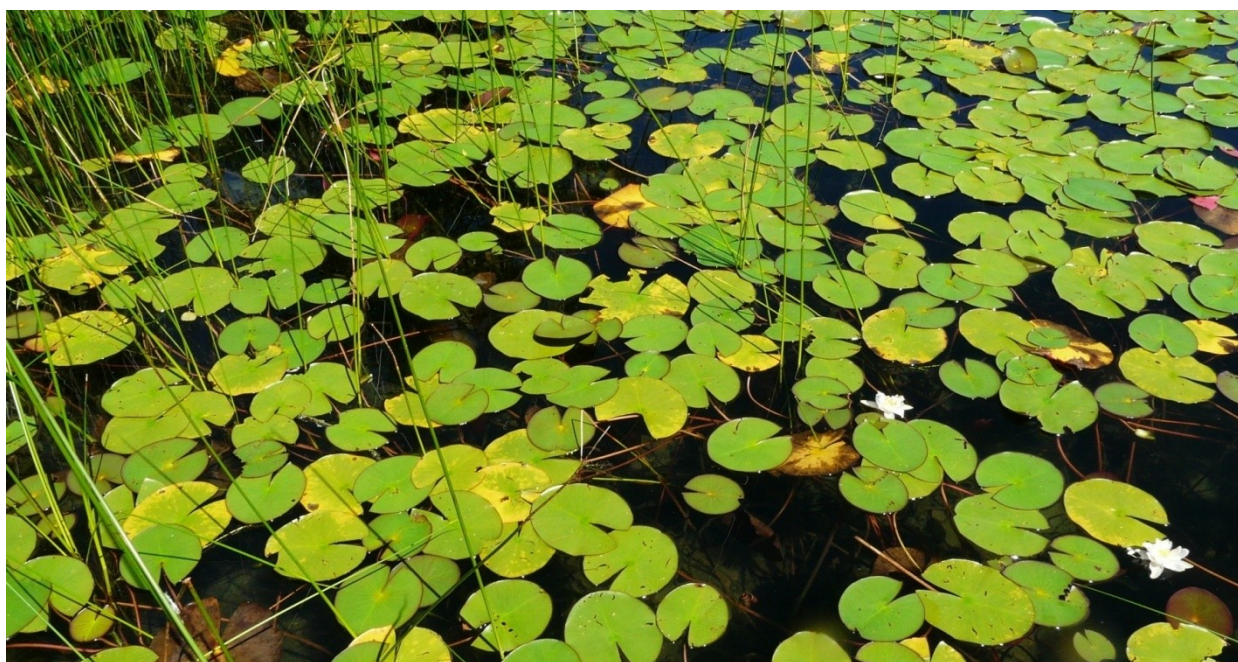
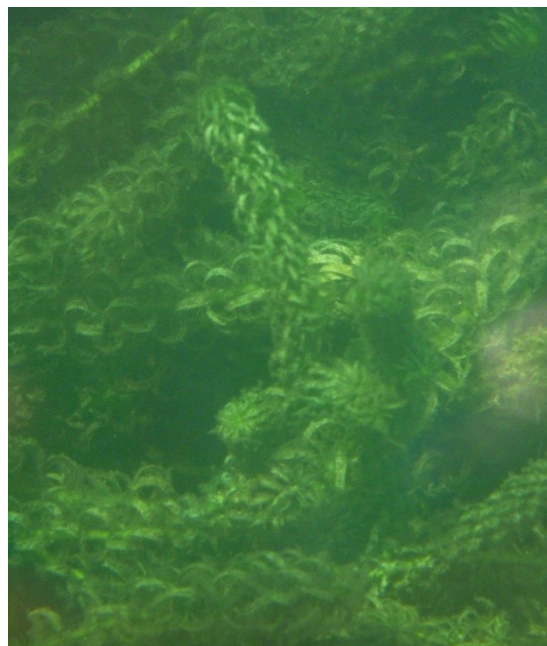


Figura 16. In senso orario: *Potamogeton perfoliatus*, *Lagarosiphon major*, *Nymphaea alba*

3.3.1 INDICE MacroIMMI

Di seguito si riportano i risultati del calcolo delle metriche e dell'indice MacroIMMI che risulterebbe con un valore pari a 0,35, ma l'elevata percentuale di specie esotiche presenti (75,9% superiore al 70% previsto dall'indice) comporta una riduzione dell'indice stesso di 0,2 facendo attribuire al corpo idrico una classe inferiore.

Lago	Monate				
tipo L- (da 1 a 4)	2	metriche singole:	valore	EQR normalizzato	
profondità lago (m)	36	prof max	6,4	0,43	
% alloctone	75,9%	score trofico (S_k)	0,47	0,61	
% specie con valore trofico	100%	Indice di dissimilarità (B&C)	1	0	
max profondità di crescita (m) ($z_{c\ max}$)	6,4	MacroIMMI		0,15	ridotto per specie aliene

Lo stato del lago rapportato alla componente macrofitica secondo quanto indicato nelle tabelle relative ai limiti di classe, con un valore pari a **0,15** risulta quindi essere CATTIVO

MacroIMMI	Ecological status class
1.0 - 0.80	Elevato
0.79 - 0.60	Buono
0.59 - 0.40	Sufficiente
0.39 - 0.20	Scarso
0.19 - 0.0	Cattivo

Il risultato dell'indice MacroIMMI indica una cattiva qualità delle acque riferito alla componente macrofitica. Il risultato è sicuramente condizionato dall'elevata presenza della specie esotica *Lagarosiphon major* che ha colonizzato la maggior parte delle aree precedentemente occupate da varietà autoctone ("Valutazione dello stato dei piccoli laghi della provincia di Varese attraverso lo studio delle comunità macrofitiche" CISBA-CNR, 2010) causando così una scarsa diversità specifica.

In questo monitoraggio è stato applicato il protocollo del 2009 che prevedeva il mappaggio di 2 transetti per sito. Si è voluto verificare se, applicando il nuovo protocollo, i risultati avrebbero potuto essere diversi. In realtà la condizione del lago è omogenea, infatti se applichiamo l'indice solo sui transetti codificati come "1" o solo sui transetti codificati come "2" per ogni sito, il risultato del macroIMMI non cambia.

3.4 BENTHOS

Come già ricordato nel paragrafo 2.4, relativamente al macrobenthos non esiste un indice validato per la classificazione dei corpi d'acqua lacustri.

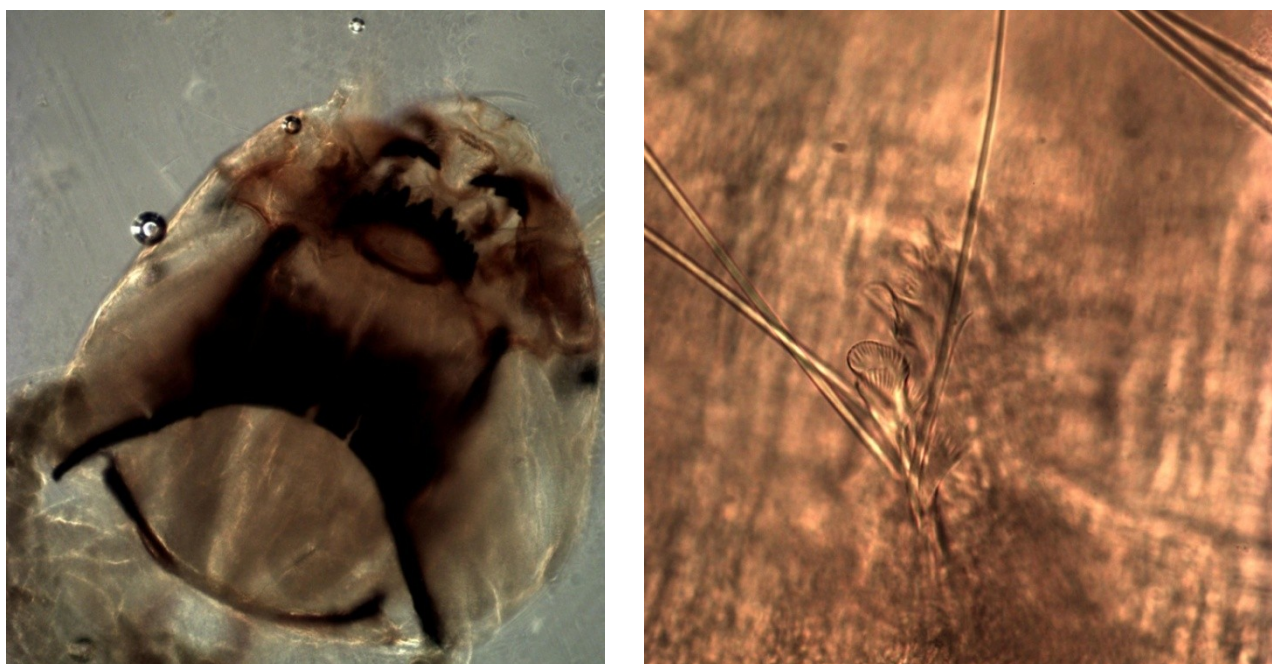


Figura 17. Particolare di Chironomide (*Xenochironomus*) a sinistra, e dettaglio delle chete di tubificidae (*Psammoryctides barbatus*) a destra

Si riporta di seguito l'elenco delle specie rinvenute nei due transetti in entrambe le stagioni:

GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	SPECIE
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> (gruppo <i>Macrura</i>)	
Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus tenellus</i>	
Trichoptera	Hydropsychidae	-	
Trichoptera	Phryganeidae	<i>Agrypnia obsoleta</i>	
Trichoptera	Psychomyiidae	<i>Lype</i>	
Diptera	Ceratopogonidae	-	
Diptera	Chaoboridae	<i>Chaoborus</i>	<i>Flavicans</i>
Diptera	Chironomidae	-	
Diptera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	<i>Xenochironomus</i>
Diptera	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	
Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i>	
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i>	
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i>	<i>Macropelopia</i>
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsini</i>	
Diptera	Chironomidae	<i>Parachironomus</i>	
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeschna</i>	
Odonata	Aeshnidae	<i>Brachytron</i>	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i>	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i>	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Sp</i>	
Crustacea	Asellidae	<i>Asellus</i>	<i>Asellus aquaticus</i>
Crustacea	Atyidae	<i>Atyaephyra</i>	<i>Atyaephyra desmarestii</i>
Gastropoda	Physidae	<i>Physella acuta</i>	

GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	SPECIE
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	
Oligochaeta	Enchytraeidae	-	
Oligochaeta	Haplotaxidae	-	
Oligochaeta	Lumbricidae	<i>Eiseniella</i>	<i>Eiseniella tetraedra</i>
Oligochaeta	Lumbriculidae	-	
Oligochaeta	Lumbriculidae	<i>Lumbriculis</i>	<i>Lumbriculis variegatus</i>
Oligochaeta	Naididae	-	
Oligochaeta	Naididae	<i>Pristina</i>	
Oligochaeta	Naididae	<i>Stylaria</i>	
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais</i>	
Oligochaeta	Propappidae	<i>Propappus</i>	
Oligochaeta	Tubificidae	-	
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Psammoryctides</i>	<i>Psammoryctides barbatus</i>
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Lophochaeta</i>	<i>Lophochaeta ignota</i>
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Aulodrilus</i>	
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Aulodrilus</i>	<i>Aulodrilus limnobius</i>
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Branchiura</i>	<i>Branchiura sowerbyi</i>
Hydrachnidia	Hydracarina	-	

Tabella 8. Elenco taxa rinvenuti al termine della campagna di monitoraggio

Sulla base dei dati raccolti, anche in assenza di un indice, è però possibile fare alcune considerazioni.

Il campionamento della componente macrobentonica ha evidenziato una differenza, sia in numero di individui che in composizione percentuale, tra le zone litorali dei transetti e quelle sublitorali e profonde.

Esiste anche una certa differenza tra il campionamento primaverile e quello estivo. Nel campionamento effettuato nel mese di agosto si nota una maggiore diversificazione e si vedono rappresentati con una percentuale significativa, quasi tutti i taxa rinvenuti (Figura 18).

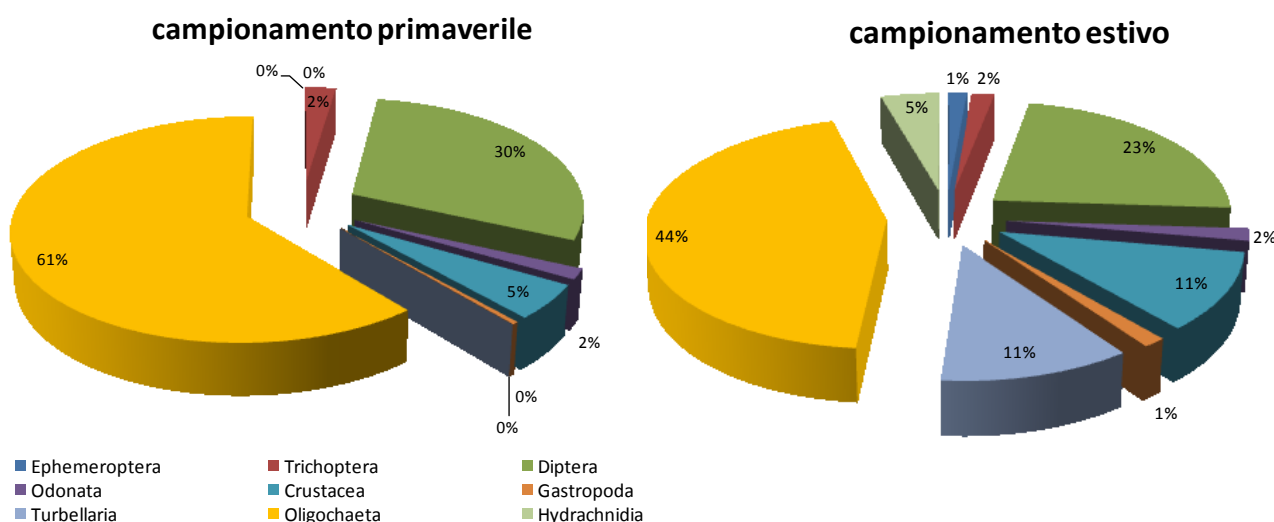


Figura 18. Confronto tra le densità totali nelle due diverse stagioni

Osservando i grafici in Figura 19 si evidenzia invece:

- la presenza di soli due taxa, Oligocheti e Ditteri (per la maggior parte Chironomidae), negli strati più profondi (sublitorale e litorale);
- una maggiore biodiversità nelle zone litorali soprattutto nel campionamento estivo;
- un trend di diminuzione del numero di Oligocheti dalla superficie verso il fondo contestuale a un aumento di Ditteri. In Figura 20 sono riportati solo i due taxa presenti a tutte le profondità per un confronto più immediato.

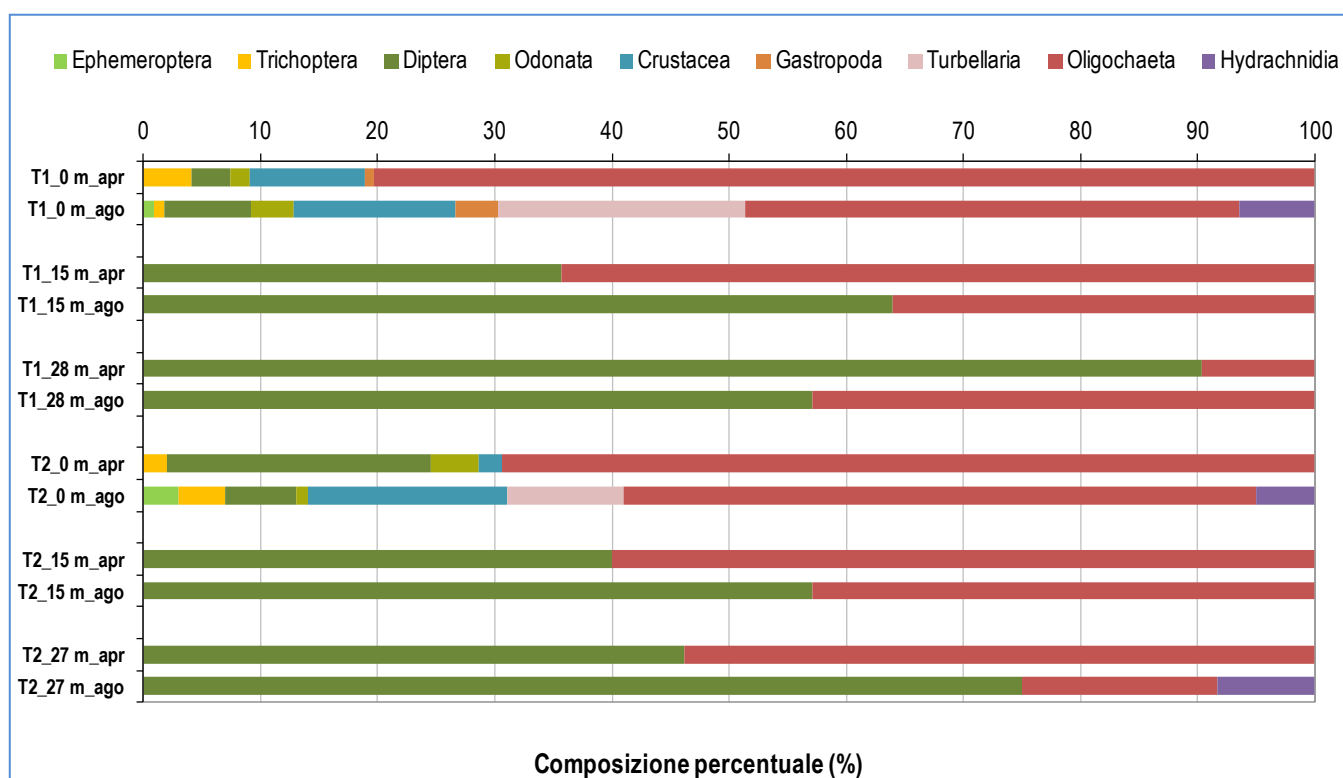
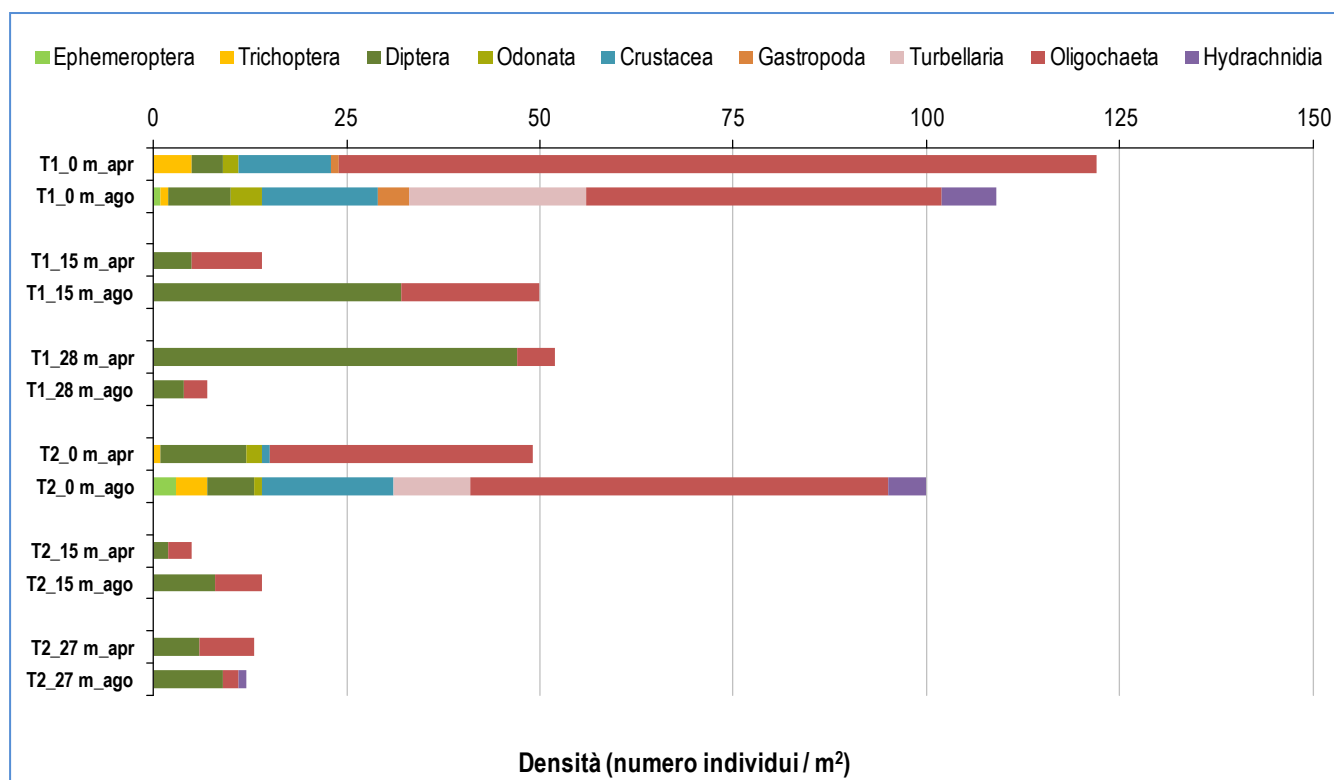


Figura 19. Confronti stagionali alle diverse profondità nei due transetti di monitoraggio di densità e composizione percentuale

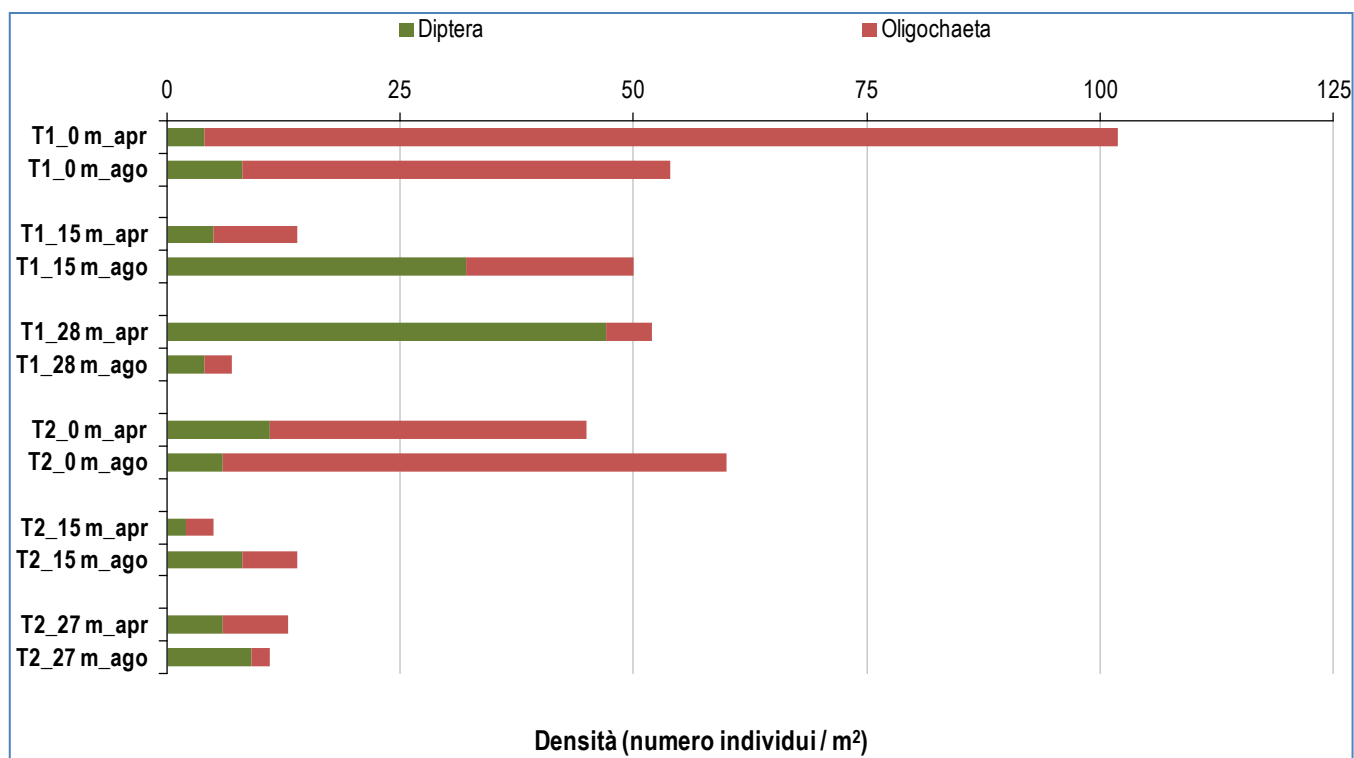


Figura 20.confronto tra le diverse densità di oligocheti e ditteri a profondità crescenti nei due transetti

4 CONCLUSIONI

Al termine dell'anno di monitoraggio 2016, l'analisi dei vari comparti ha prodotto i seguenti risultati:

PARAMETRI CHIMICO-FISICI

I dati raccolti confermano quanto già evidenziato in lavori precedenti: il lago si conferma di tipo monomittico caldo con una sola circolazione tardo invernale – primaverile.

I valori di fosforo che fanno registrare una media annua di 4 µg/l, insieme a valori di clorofilla inferiori mediamente a 2 µg/l, riconfermano lo stato di oligotrofia delle acque.

L'evidente anossia negli strati più profondi del lago è legata all'idro-morfologia del bacino stesso che non presenta immissari ma è alimentato quasi esclusivamente da risorgive.

COMPONENTE FITOPLANCTONICA

L'applicazione dell'indice IPAM alla comunità fitoplanctonica del lago di Monate per l'anno studiato ha permesso l'attribuzione di una Classe di Qualità pari a BUONO. E' stato inoltre calcolato l'indice ICF, in vigore precedentemente, il quale ha fornito una Classe di Qualità ELEVATO.

COMPONENTE MACROFITICA

La qualità del lago in base allo studio delle macrofite acquatiche sommerse, attraverso l'applicazione dell'indice macroIMMI, risulta essere SCARSA in quanto, l'elevata presenza della specie esotica *Lagarosiphon major*, fortemente invasiva, penalizza la diversità specifica. La forte invasività di questa specie si può dedurre anche da un confronto con lavori precedenti che ne rilevavano la presenza in aree più limitate e sempre in associazione a specie autoctone ora non più rivenute se non in modo puntiforme.

Rispetto alle liste floristiche stilate negli anni '80 e 2000, c'è da segnalare la comparsa di *Vallisneria spiralis*, una specie autoctona non censita in altri lavori.

COMPONENTE MACROBENTONICA

Sulla base dello studio dei macroinvertebrati bentonici non è possibile dare un giudizio di qualità, non essendo ancora stato validato un indice per questo comparto.

Si può solamente osservare che delle specie rinvenute, la maggior parte (dal 44 al 61%) appartiene all'ordine degli oligocheti, seguita dai ditteri il cui numero di specie oscilla tra il 23 e il 30%.

Questi due taxa sono anche gli unici a essere rappresentati a tutte le profondità, mentre gli altri sono stati campionati solo nelle zone litorali.

Varano Borghi, 06/02/2017


G. R. A. I. A. s.r.l.
Via Repubblica, 1
21020 VARANO BORGHİ (VA)
Partita I.V.A. N° 10454870154

5 Bibliografia

ISPRA, Manuali e Linee Guida 111/2014, Metodi Biologici per le acque superficiali interne

Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 9: 1-38

<http://www.ise.cnr.it/limno/schede/monate.htm>

CISBA-CNR 2010, *Valutazione dello stato dei piccoli laghi della provincia di Varese attraverso lo studio delle comunità macrofitiche*

OSSERVATORIO DEI LAGHI LOMBARDI, 2004. Fondazione Lombardia per l'Ambiente Qualità delle acque lacustri in Lombardia 1° Rapporto OLL

Pignatti S., 1982. La Flora d'Italia. (3 vol). Edagricole, Bologna.

Oggioni A., Buzzi F., Bolpagni R., 2009. Indice macrofitico MacroIMMI per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. CNR, Istituto per lo Studio degli Ecosistemi – report 2013