

## 4. DINAMICA STAGIONALE E DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE DI FITOPLANCTON, CARBONIO ORGANICO E BATTERIOPLANCTON

### 4.1. Struttura dei popolamenti fitoplanctonici

Lo schema dei campionamenti per il fitoplancton si è uniformato, anche per il 2010, alla serie storica dei campionamenti sul Lago Maggiore. Nella stazione al largo di Ghiffa sono stati effettuati, tra il 14 Gennaio ed il 12 Dicembre, 20 sopralluoghi con prelevamento di campioni d'acqua nello strato 0-20 m, con frequenza mensile nei mesi di Gennaio, Febbraio, Novembre e Dicembre, all'incirca quindicinale nella restante parte dell'anno.

I campioni sono stati analizzati in laboratorio seguendo le tecniche già utilizzate negli anni passati, per quanto riguarda i conteggi, l'identificazione delle specie e il calcolo della biomassa (biovolume). Per la determinazione della concentrazione della clorofilla *a* e dei feopigmenti si è seguita la metodica di estrazione e lettura spettrometrica utilizzata solitamente.

Il numero totale dei *taxa* censiti durante il 2010 è stato di 103 unità, in linea con i valori misurati dal 2000 ad oggi, uguali o superiori alle 80 unità tassonomiche, come evidenziato nei rapporti precedenti.

Nel 2010 il numero medio di specie per campione è risultato uguale a 50, valore massimo assoluto dal 1981. A questo risultato hanno contribuito, in particolare, i campioni del periodo estivo, nei quali si è superato il valore di 60 unità tassonomiche totali.

Il numero di specie significative (dominanti in quanto concorrenti a formare almeno l'80% del biovolume totale almeno una volta nel corso dell'anno) è risultato identico al valore del 2009 (39 specie). Il perdurare di un numero elevato di specie dominanti nella comunità è indicativo di una ripartizione decisamente omogenea degli individui tra le specie presenti di volta in volta nel corso della successione stagionale e testimonia un'alta biodiversità dell'ambiente. La classe con il maggior numero di *taxa* è stata quella delle diatomee, presenti con 28 unità tassonomiche, seguita dai cianobatteri (25) e dalle cloroficee (22): da anni ormai queste tre classi sono quelle maggiormente rappresentate tra il fitoplancton del Lago Maggiore, sebbene i rapporti reciproci di importanza, come numero di specie censite, possano subire delle leggere oscillazioni tra un anno e l'altro. Seguono, in ordine di importanza, le crisoficee, con 12 unità, le criptoficee e le dinoficee, che con 10 e 6 unità tassonomiche rispettivamente, sono, come di consueto, i gruppi meno rappresentati nella flora pelagica del Lago Maggiore.

La successione stagionale si è svolta, nel 2010, con una dinamica sostanzialmente simile a quella solitamente osservata nel Lago Maggiore, almeno a livello di grandi gruppi tassonomici (Fig. 4.1). Diatomee e cianobatteri hanno rappresentato, come di consueto, i gruppi dominanti. Al ridotto sviluppo primaverile delle diatomee nel 2009, si contrappone il dato osservato nel 2010, con un picco che ha superato di poco i  $4 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$  tra Aprile e Maggio, che riporta questo gruppo sui valori osservati nel 2007 e nel 2008.

Lo sviluppo primaverile dei popolamenti algali ha inizio in Marzo, come di consueto, e fin da questo mese si assiste ad una crescita significativa di diatomee, il cui biovolume complessivo si incrementa ulteriormente tra Aprile e Maggio. Tra Maggio e Giugno si assiste ad una riduzione, sebbene relativamente modesta (minimo di biomassa

intorno a  $0,7 \text{ cm}^{-3} \text{ m}^{-3}$ ), delle diatomee, che vanno poi incontro ad una seconda fase di crescita estiva, che si protrae fino a tutto il mese di Agosto. I mesi di Settembre ed Ottobre sono segnati dai minimi di questo gruppo, ma in autunno si assiste ad una nuova ripresa, con un picco che si avvicina ai  $2,5 \text{ cm}^{-3} \text{ m}^{-3}$ . La dominanza quasi totale delle diatomee all'interno della biocenosi fitoplanctonica si era già verificata nel 2009, sebbene con una dinamica differente nell'ultima fase, poiché nel 2009 il declino si era verificato nei mesi autunnali e non nella tarda estate.

Analogamente a quanto osservato nel 2009, la crescita dei cianobatteri si è concentrata prevalentemente nel periodo tardo-estivo (Fig. 4.1): la tendenza in corso negli anni più recenti, verso una forte riduzione delle Chroococcales di piccole dimensioni si è leggermente invertita nel 2010, come si deduce dalla ricomparsa di specie appartenenti a questo ordine tra le dominanti. Al contrario, scompare dal gruppo dominante *Aphanizomenon flos-aquae*, mentre mantengono una certa importanza *Tychonema bourrellyi*, e le Oscillatoriales del gruppo *Planktothrix rubescens/agardhii*, da anni elemento tipico della flora algale pelagica del Lago Maggiore. *Anabaena lemmermannii* protagonista di estese fioriture nel passato recente, si è presentata anche nel 2010, con una fioritura che, sia pur con abbondanze non relevantissime, ha interessato tra fine agosto ed inizio settembre la parte centro-meridionale del lago.

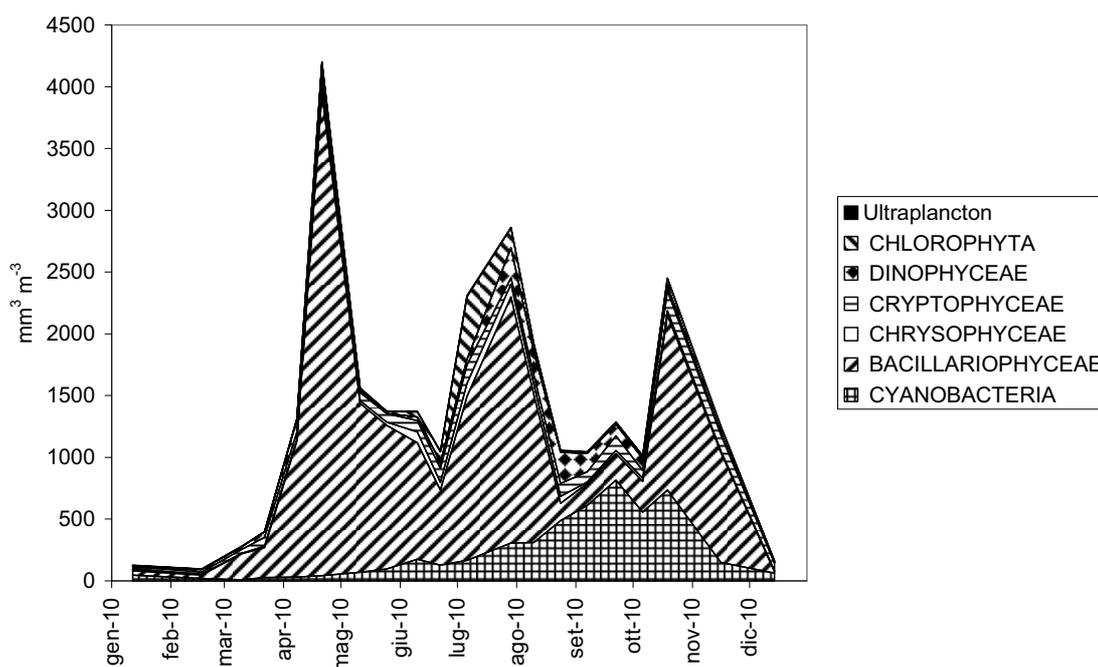


Fig. 4.1. Biovolumi cumulati dei principali raggruppamenti sistematici per il 2010.

#### 4.1.1. Variazioni della biomassa algale

Dal 1981, cioè dall'inizio del processo di oligotrofizzazione del Lago Maggiore si è osservata una diminuzione costante dei valori medi annui del biovolume complessivo del fitoplancton e della concentrazione della clorofilla *a*: nel 2004 questi parametri

avevano mostrato un leggero aumento rispetto al 2003, ma nel 2005 si era osservato un nuovo decremento di entrambi i parametri, particolarmente evidente a carico del biovolume, che aveva raggiunto il valore minimo storico (dal 1981) con  $0,62 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$ .

Nel 2010 il biovolume medio annuo è stato di  $1,2 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$ , con una concentrazione media annua della clorofilla *a* pari a  $3,31 \text{ mg m}^{-3}$ .

Nel 2010 la composizione del fitoplancton mostra la netta dominanza delle diatomee, come evidenziato in precedenza. In questo gruppo si distinguono *Asterionella formosa* e *Fragilaria crotonensis* nel periodo primaverile: la prima delle due specie esaurisce la sua fase di sviluppo con la fine di Aprile, mentre la seconda si ritrova con biomasse elevate anche nel periodo estivo. La fase tardo-primaverile della successione è, però dominata da *Tabellaria flocculosa*, che raggiunge nuovamente una biomassa consistente, dopo la fase di declino osservata nel 2009 (Fig. 4.2).

Come osservato in rapporti precedenti, primavere caratterizzate da forte ventosità in Marzo e temperature abbastanza elevate possono favorire *Tabellaria*, specie di grandi dimensioni, che necessita di acque ben rimescolate per crescere (Reynolds *et al.*, 2002). E' probabile, quindi, che nell'inverno 2009-2010 si siano ripetute condizioni climatiche favorevoli per la crescita di questa diatomea.

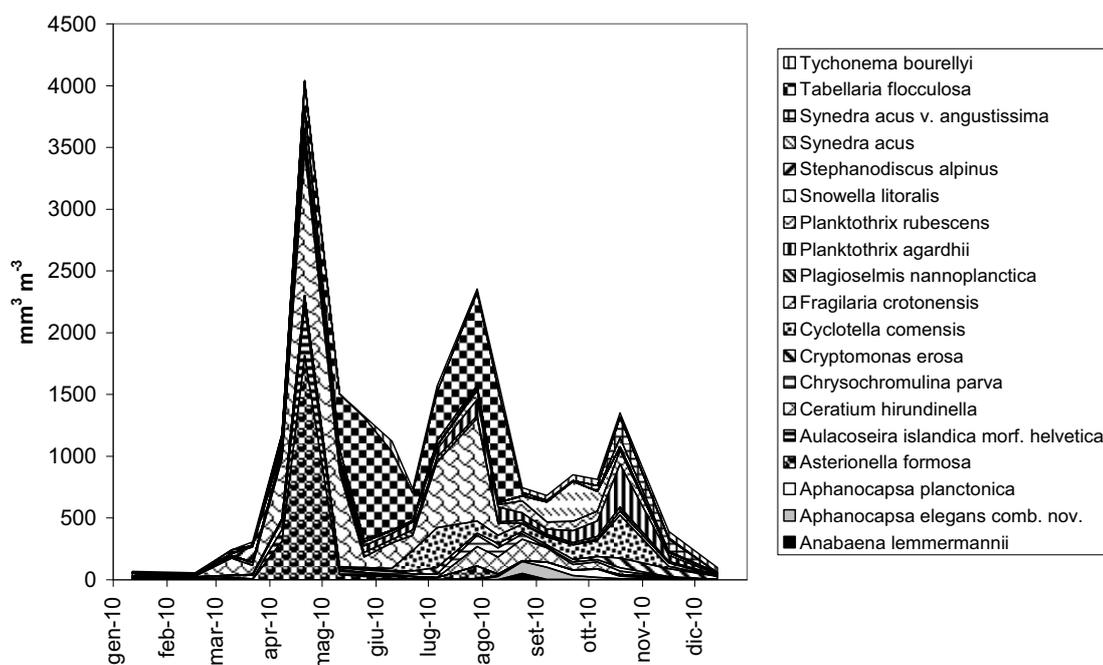


Fig. 4.2. Biovolumi cumulati di entità sistematiche particolarmente significative.

Modesta, nella primavera 2010, la presenza di *Aulacoseira islandica* morf. *helvetica*. Tra le diatomee centriche si osserva, come nel 2009, lo sviluppo di *Stephanodiscus alpinus*, che caratterizza la fase iniziale della successione, con valori simili a quelli misurati l'anno precedente. Come detto nel rapporto precedente, la sostituzione di *Cyclotella* da parte di *Stephanodiscus* non è un segnale positivo in termini di qualità ecologica, in quanto quest'ultima specie è solitamente indicatrice di acque a maggiore trofia. Peraltro, la biomassa raggiunta da *Stephanodiscus* si mantiene su valori relativamente bassi e la specie non mostra una fase di sviluppo prolungata: è dunque

premature trarre delle indicazioni significative sulla qualità delle acque a partire dai dati fino ad ora disponibili.

*Cyclotella comensis* compare, peraltro, nelle fasi estiva ed autunnale della successione, con biomasse di un certo rilievo.

Per quanto riguarda gli altri gruppi algali, i cianobatteri raggiungono uno sviluppo degno di nota solo tra Agosto ed Ottobre, con il contributo di numerose specie, tra cui *Snowella litoralis*, *Tychonema bourrellyi*, *Planktothrix rubescens/agardhii*, *Anabaena lemmermanni* e *Aphanocapsa* spp.

Tra i dinoflagellati, *Ceratium hirundinella* ha raggiunto valori di biovolume significativi, con un periodo di dominanza che ha avuto inizio in Luglio e si è protratto fino a Dicembre (Fig. 4.2), quindi con una stagione vegetativa lunga, come osservato nel 2009.

Le Cryptophyta danno un contributo modesto, con la solita *Plagioselmis nannoplantica*, presente lungo l'arco dell'intero anno, *Cryptomonas erosa* in estate ed autunno (Fig. 4.2).

La presenza delle Chrysophyceae in termini di biovolume è stata decisamente modesta: questo gruppo compete con le diatomee per i silicati e, quindi, la loro crescita potrebbe essere stata limitata dal forte sviluppo delle diatomee. Tra le Chrysophyceae solamente *Chrysochromulina parva* è rientrata nel gruppo delle dominanti.

L'importanza delle Chlorophyta risulta modesta, nonostante la biodiversità elevata: tutte le 22 specie rinvenute sono presenti con biovolumi trascurabili e nessuna di esse rientra nel gruppo delle specie dominanti.

Infine, nel 2010, si osserva una modesta ripresa delle Chroococcales (cianobatteri di piccole dimensioni), con un'inversione di tendenza rispetto agli ultimi anni. Ricordiamo che l'aumento delle piccole chroococcali coincide con gli anni di minor trofia del lago (Kamenir & Morabito, 2009), quindi questo potrebbe indicare l'inizio di una nuova fase evolutiva.

Un'eventuale tendenza in questo senso potrà essere confermata solo con il proseguimento delle indagini sul fitoplancton.

#### 4.1.2. Variazioni della distribuzione spaziale dei popolamenti fitoplanctonici

Nello studio degli ecosistemi acquatici è consolidata l'idea che i sistemi di grandi dimensioni siano soggetti ad una elevata eterogeneità spaziale. Mentre questa variabilità è ben nota e studiata nei sistemi marini od oceanici, dove le condizioni locali sono estremamente variabili da un punto all'altro, per le acque interne questo aspetto è solitamente trascurato, sebbene l'eterogeneità delle condizioni ambientali ed i suoi effetti sulla distribuzione spaziale degli organismi siano stati osservati anche nei laghi. La distribuzione eterogenea del plancton nei laghi è stata variamente spiegata con fenomeni fisici esterni, che inducono movimenti delle masse d'acqua (Moreno-Ostos *et al.*, 2009), oppure con le fluttuazioni legate ai cicli nictemerali dei diversi gruppi algali (Tilzer, 1973; Arvola *et al.*, 1987; Jones, 1988; Cozza *et al.*, 1993; Jones *et al.*, 1995).

Nel Lago Maggiore, la variabilità nella distribuzione spaziale dei popolamenti algali è stata studiata direttamente in campo, in data 27 Luglio 2010, effettuando una serie di misure in 27 stazioni, distribuite lungo l'intero bacino lacustre. In particolare, sono state individuate 12 stazioni pelagiche e 15 stazioni litorali, queste ultime posizionate in corrispondenza dell'isobata dei 25 metri (Fig. 4.3).

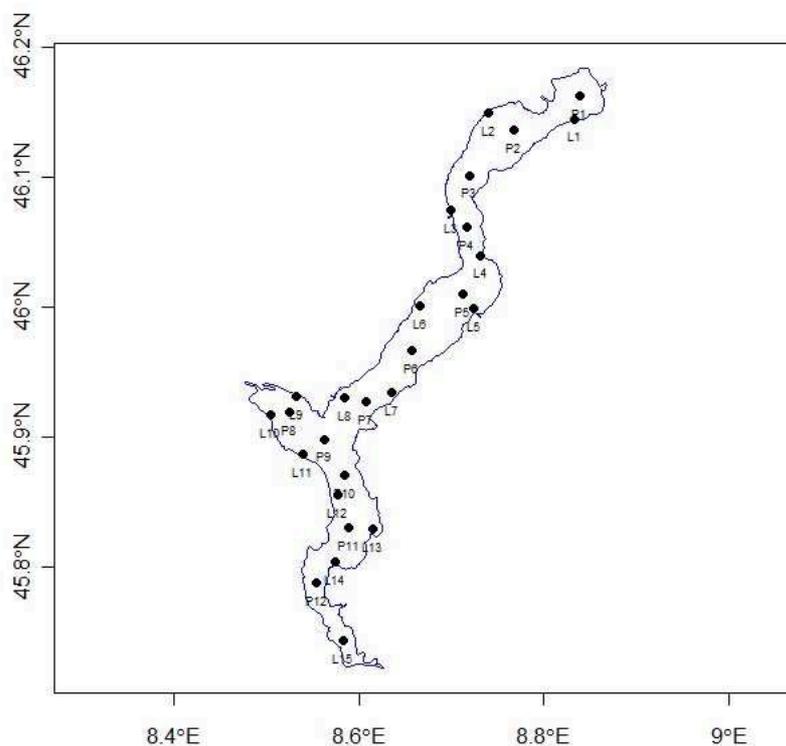


Fig. 4.3. Posizione delle stazioni di campionamento scelte per la misura della distribuzione spaziale.

Come negli anni passati, avevamo in programma di effettuare i profili con una sonda fluorimetrica Fluoroprobe (bbe Moldanke, Kiel), le cui caratteristiche sono state descritte in rapporti precedenti: purtroppo, durante la campagna di misura condotta nel 2010 si è verificato un guasto a questo fluorimetro, in conseguenza del quale è stato possibile acquisire dati solamente in 4 stazioni. Quindi, per la stesura del presente rapporto sono stati elaborati i dati raccolti con sonda IDRONAUT, che forniscono l'informazione sulla distribuzione spaziale della sola clorofilla totale. Non sarà quindi possibile presentare informazioni sulla distribuzione di gruppi algali specifici, come fatto in anni precedenti.

La rappresentazione grafica dei dati raccolti è stata ottenuta costruendo matrici di dati spaziate ogni 0,5 metri, ottenuti attraverso medie aritmetiche delle misure fluorimetriche raccolte tra 0 e 0,5 metri, tra 0,5 e 1,0 metri e così via.

La distribuzione della clorofilla totale lungo l'asse del lago e fino alla profondità di 30 metri (eccetto per la Stazione L15, dove il fondale raggiunge circa 20 metri), mostra, come negli anni passati, l'esistenza di disomogeneità spaziali (Fig. 4.4). Il gradiente nord-sud è qui meno marcato, così come le differenze areali nella distribuzione degli organismi: tuttavia la mappa di distribuzione evidenzia un aumento della clorofilla nella parte centrale del bacino (Fig. 4.5).

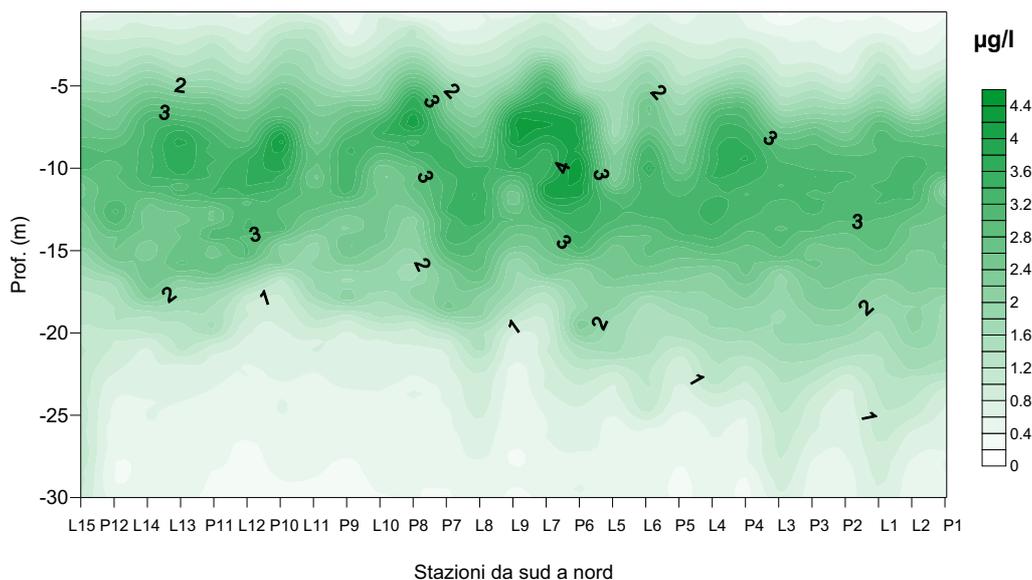


Fig. 4.4. Distribuzione spaziale della clorofilla totale nel bacino del Lago Maggiore in data 27 Luglio 2010. I nomi delle stazioni sono riportati in figura 4.3.

Invece, spostandosi verso la parte settentrionale del bacino, si osserva un leggero aumento della clorofilla negli strati più profondi. La stazione di Ghiffa (P6) presenta una distribuzione simile a quella osservata in tutte le stazioni della parte centrale del bacino, caratterizzate da massimi di clorofilla stratificati tra 10 e 15 metri di profondità. I profili di questa zona sono differenti rispetto alle situazioni riscontrate sia a nord che a sud, sebbene la stazione di Ghiffa presenti una distribuzione più simile a quelle della parte nord del bacino.

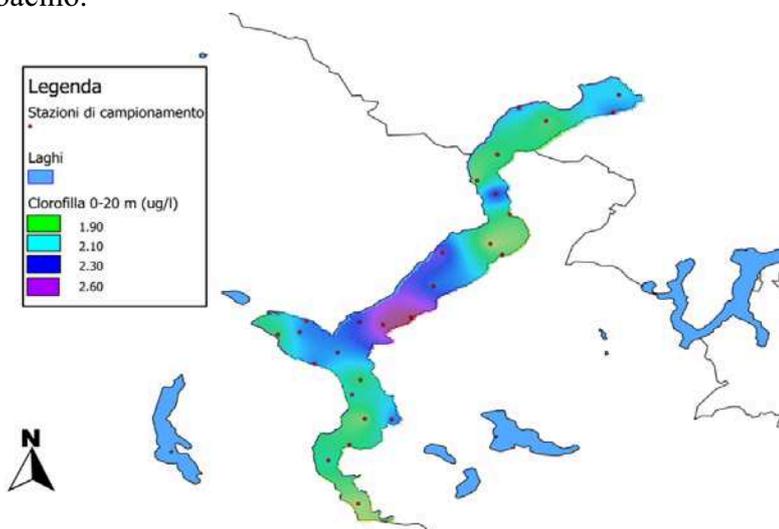


Fig. 4.5. Distribuzione della clorofilla totale nello strato 0-20 m in data 27 Luglio 2010.

Un leggero aumento della clorofilla superficiale è visibile nelle stazioni L7 ed L8, in un'area che potrebbe risentire degli apporti del torrente Tresa, mettendo in evidenza, ancora una volta, un possibile effetto di alterazione locale della qualità delle acque dovuto ai tributari. Per quanto riguarda la distribuzione della temperatura, si conferma

l'esistenza di un deciso gradiente termico nord-sud, con valori superficiali inferiori di quasi 2°C nelle stazioni settentrionali (Fig. 4.7).

In conclusione, lo studio della distribuzione spaziale ha confermato l'esistenza di disomogeneità nella distribuzione del fitoplancton e nelle caratteristiche fisiche del bacino del Lago Maggiore, sia per quanto riguarda le proprietà termiche della colonna d'acqua, con una temperatura epilimnetica media maggiore di quasi due gradi nelle stazioni meridionali, che differenze areali nella concentrazione di clorofilla.

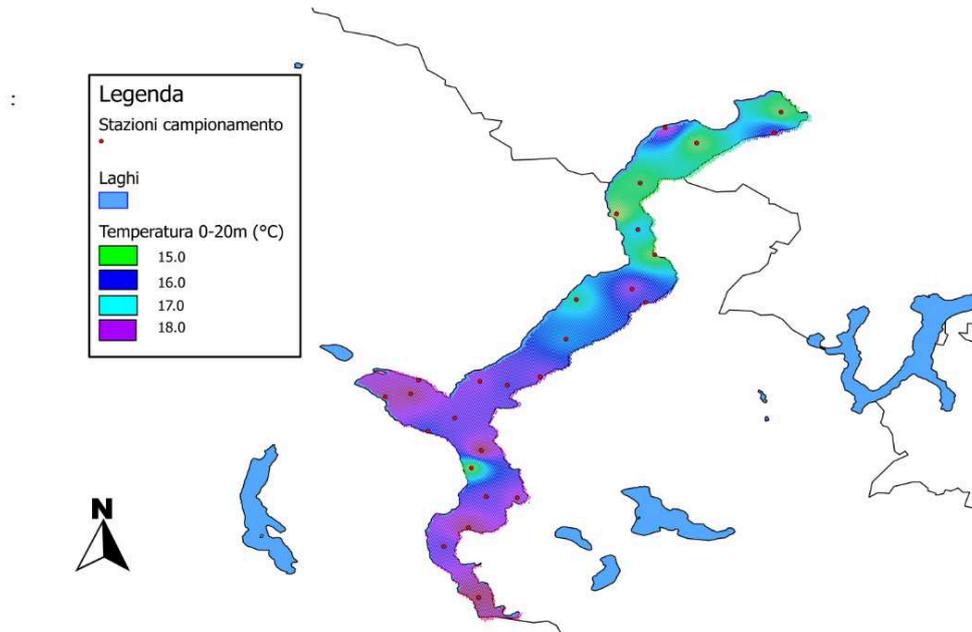


Fig. 4.7. Distribuzione della temperatura nello strato 0-20 metri il 27 Luglio 2010.

## BIBLIOGRAFIA

- Arvola, L., K. Salonen, R.I. Jones, I. Bergström & A. Heinänen. 1987. A three day study of the diel behaviour of plankton in a highly humic and steeply stratified lake. *Arch. Hydrobiol.*, 109: 89-106.
- Cozza, R., G. Morabito, A. Pugnetti & D. Ruggiu. 1993. Daytime phytoplankton periodicity and production in Lake Candia (N. Italy). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 51: 11-28.
- Jones, R.L. 1988. Vertical distribution and diel migration of flagellated phytoplankton in a small humic lake. *Hydrobiologia*, 161: 75-87.
- Jones, R.I., A.S. Fulcher, J.K.U. Jayakody, J. Laybourn-Parry, A.J. Shine, M.C. Walton & J.M. Young. 1995. The horizontal distribution of plankton in a deep, oligotrophic lake - Loch Ness, Scotland. *Freshwat. Biol.*, 33: 161-170.

- Kamenir, Y. & G. Morabito. 2009. Lago Maggiore oligotrophication as seen from the long-term evolution of its phytoplankton taxonomic size structure. *J. Limnol.*, 68: 146-161.
- Moreno-Ostos, E., L. Cruz-Pizarro, A. Basanta & D.G. George. 2009. The influence of wind-induced mixing on the vertical distribution of buoyant and sinking phytoplankton species. *Aquat. Ecol.*, 43: 271-284.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo. 2002. Towards a functional classification of freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.*, 24: 417-428.
- Tilzer, M.M. 1973. Diurnal periodicity in the phytoplankton assemblage of a high mountain lake. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 15-30.