

## 4.2 Dinamica stagionale e studio della distribuzione orizzontale del carbonio organico

### 4.2.1 Dinamica stagionale

Le variabili caratterizzanti il substrato organico particellato e disciolto presente nel Lago Maggiore nel 2011 sono state misurate, come in passato, a diverse profondità lungo la colonna d'acqua. Ne è stato poi calcolato, per ciascun campionamento, il valore medio per lo strato 0-20 m, pressoché coincidente, nel Lago Maggiore, con la zona fotica (e all'epilimnio a lago stratificato) e per lo strato 20-370 m, che costituisce la zona afotica (e l'ipolimnio a lago stratificato).

Per quanto riguarda i dettagli metodologici relativi alla determinazione di queste variabili si può sinteticamente ricordare che il materiale particellato è concentrato per filtrazione di un volume noto di campione su filtri in fibra di vetro con porosità nominale di 1 $\mu$ m, precombusti a 450°C, previa rimozione con rete da 126  $\mu$ m del particellato di maggiori dimensioni. Successivamente il seston è determinato gravimetricamente (microbilancia Sartorius M3P), il TOC con combustione ad alta temperatura del campione liquido (Shimadzu 5000C, TOC Analyser), il POC con combustione ad alta temperatura del filtro col suo carico organico (ThermoQuest EA1112 CHN Analyser).

Le concentrazioni medie di Seston, di Carbonio Organico Totale (TOC), di carbonio organico particellato (POC) e di azoto organico particellato (PON) sono graficamente sintetizzati nelle figure, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4, rispettivamente. Come già in passato, tutti i parametri relativi al ciclo del carbonio organico presentano un gradiente verticale di concentrazione più marcato per la componente particellata. La variabilità stagionale di tutti i parametri considerati è molto marcata negli strati superficiali e tende a smorzarsi negli strati profondi della colonna d'acqua, dove i picchi sono generalmente di entità minore.

Il confronto dei dati del 2011 relativi alla concentrazione dei diversi parametri sopra elencati con quelli dei quattro anni precedenti permette di constatare che nessuna variabile ha mostrato una variazione di concentrazione tale da far pensare ad importanti modificazioni del comparto della sostanza organica nel periodo di studio. E' tuttavia evidente l'effetto delle forti piogge di giugno e, soprattutto, di luglio (Fig. 1.1.1a) sulle concentrazioni in lago di seston, TOC e POC. C'è da ricordare che, per effetto dei maggiori apporti dovuti alle intense precipitazioni del 12-13 luglio, il livello del Lago Maggiore ha subito un incremento di circa 50 cm. Il seston nello strato 0-20 m ha presentato, dopo il consueto picco primaverile, un cospicuo picco estivo imputabile anche all'input di detrito inorganico alloctono veicolato delle acque meteoriche. In luglio il seston nello strato più superficiale ha raggiunto la concentrazione di 1.9 mg/l ed è risultato costituito per il 95% da materiale inorganico. Un andamento analogo ha caratterizzato la frazione particellata della sostanza organica determinando picchi estivi insolitamente elevati di POC e PON, con concentrazioni, rispettivamente, di 731 e 192  $\mu$ g/l a fine luglio. Una nota particolare va riservata alla concentrazione del TOC, che pure ha presentato un massimo epilimnico a fine luglio inizio agosto, superando la concentrazione di 1.6 mg/l a seguito degli eventi meteorici sopra citati. La concentrazione del TOC, inoltre, ha raggiunto valori elevati anche negli strati ipolimnici a fine agosto, con un ritardo di un mese rispetto agli strati epilimnici. Questo fatto induce a ritenere che la componente disciolta del TOC fosse prevalentemente costituita da sostanze organiche

alloctone non facilmente degradabili che hanno potuto diffondere verso gli strati profondi senza subire una rilevante mineralizzazione da parte della microflora batterica. In conclusione, c'è stata una importante immissione estiva di sostanza organica alloctona che, tuttavia, non ha determinato un incremento della concentrazione di sostanza organica in lago tale da inficiare la valutazione di oligotrofia del Lago Maggiore. E' tuttavia da sottolineare che la concentrazione di TOC sembra mostrare una tendenza all'aumento negli ultimi anni.

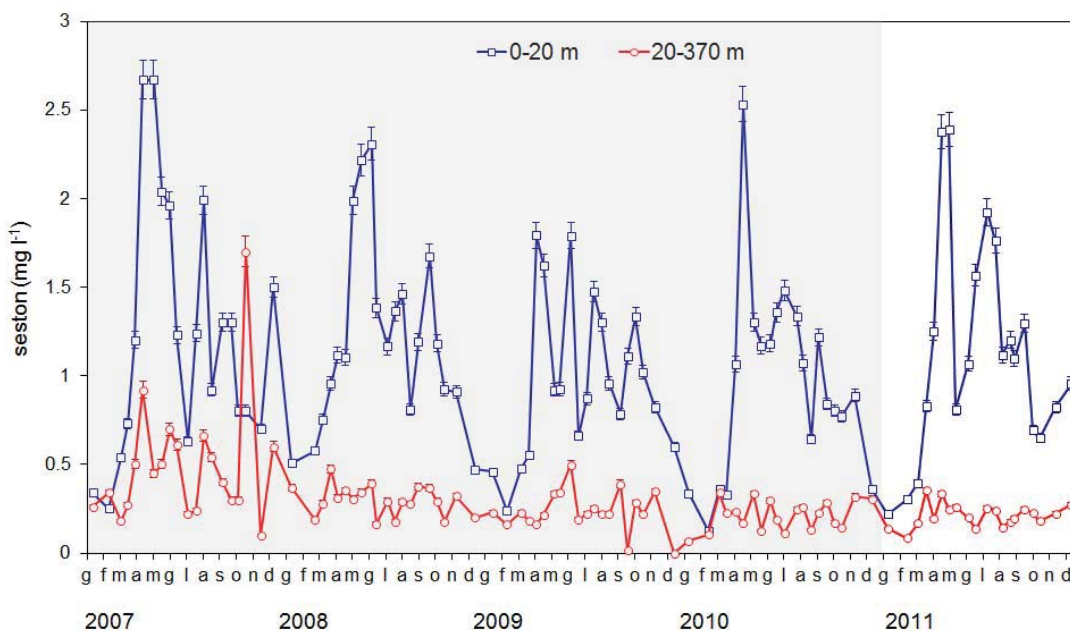


Fig. 4.2.1. Concentrazione di seston nel Lago Maggiore nel corso del 2011, a confronto con la concentrazione del 2007-2010. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

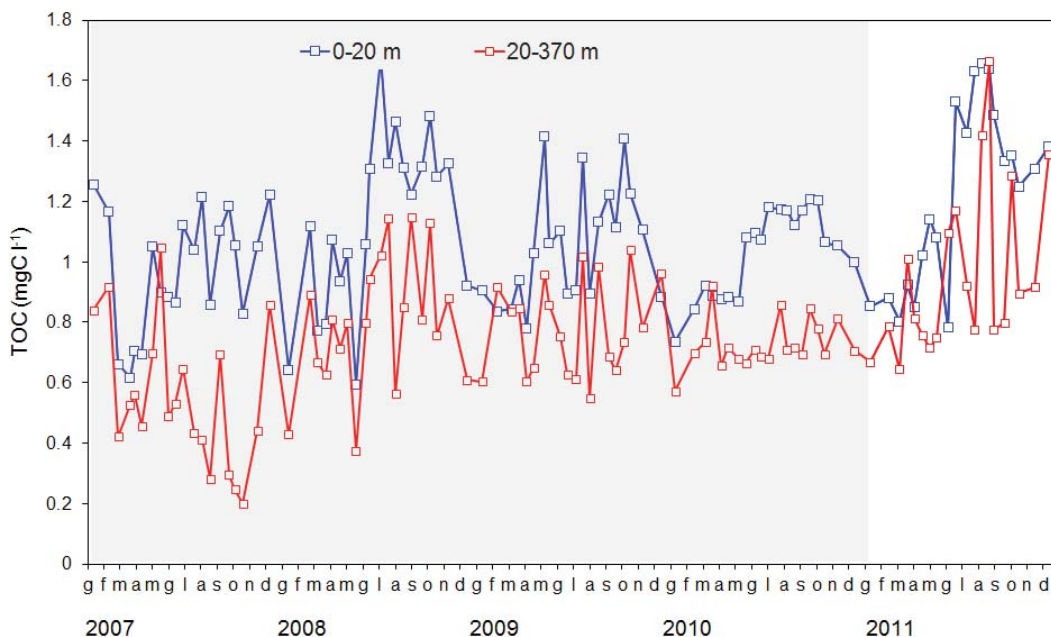


Fig. 4.2.2. Concentrazione di Carbonio Organico Totale (TOC) nel Lago Maggiore nel corso del 2011, a confronto con la concentrazione del 2007-2010. Errore analitico: CV= 2 %.

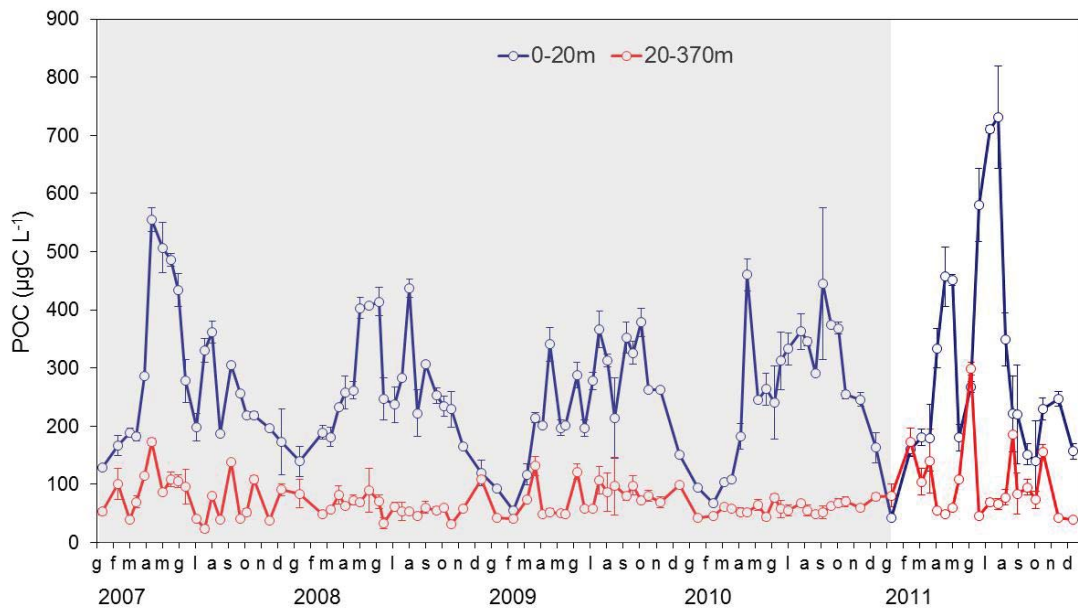


Fig. 4.2.3. Concentrazione di Carbonio Organico Particellato (POC) nel Lago Maggiore nel corso del 2011, a confronto con la concentrazione del 2007-2010. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

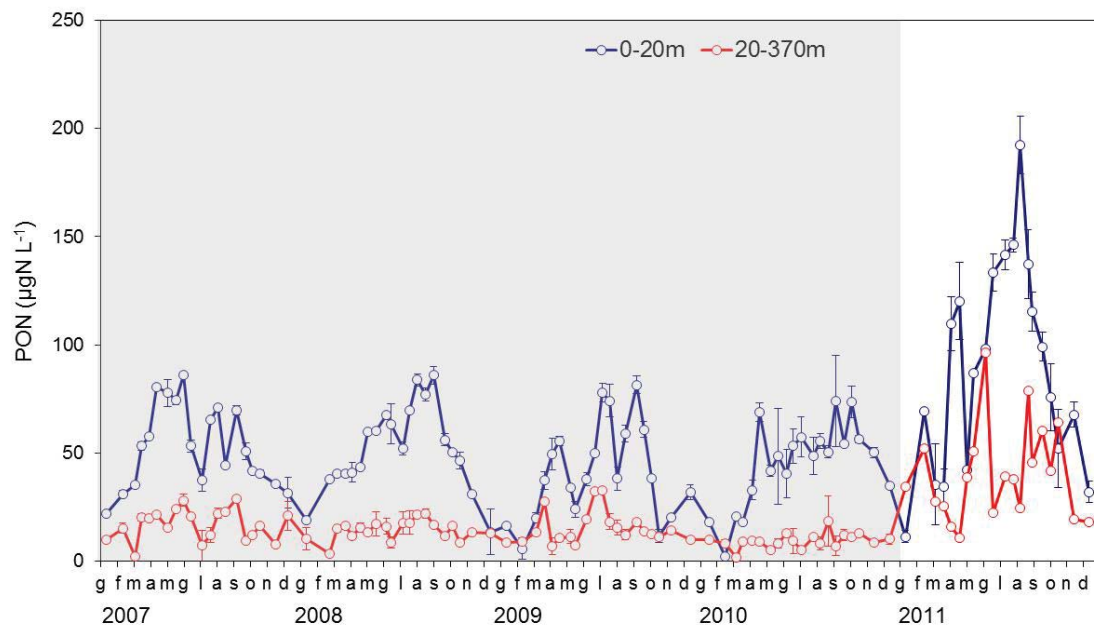


Fig. 4.2.4. Concentrazione di Azoto Organico Particellato (PON) nel Lago Maggiore nel corso del 2011, a confronto con la concentrazione del 2007-2010. Le barre verticali rappresentano la deviazione standard.

#### 4.2.2 Distribuzione orizzontale

Nel 2011 si è proseguito lo studio sistematico della distribuzione spaziale dei parametri di base del ciclo del carbonio organico. Scopo di questa parte della ricerca è di

pervenire ad una valutazione, per il Lago Maggiore, dell'eterogeneità spaziale delle variabili che hanno un ruolo rilevante nella catena alimentare microbica. Questa informazione ha un elevato valore diagnostico perché consente, in un ambiente sottoposto a forte pressione antropica lungo tutto il suo perimetro, di evidenziare precocemente la collocazione areale di eventuali fenomeni degenerativi della qualità del lago e, quindi, di avviare indagini mirate alla localizzazione territoriale delle cause del fenomeno degenerativo.

Benché sia da tempo accertata l'esistenza di una eterogeneità spaziale rilevante nei mari e negli oceani, nei corpi idrici relativamente piccoli come i sistemi delle acque interne l'eterogeneità spaziale è spesso trascurata o studiata solamente per la frazione planctonica, dotata di una certa mobilità in risposta, per esempio, a stimoli luminosi. Tuttavia anche in ambienti di modeste dimensioni l'eterogeneità spaziale è tutt'altro che trascurabile (Downing, 1991). In particolare nel Lago Maggiore è stato dimostrato, valutando su scala stagionale e per due anni la distribuzione spaziale del carbonio organico particellato e disciolto nonché della frazione picoplanctonica, che le acque epilimniche non si possono, particolarmente nelle stagioni di maggior produzione, considerare omogenee per quanto riguarda queste variabili (Bertoni et al. 2004).

Con l'intento di acquisire una serie pluriennale di informazioni tale da includere gli effetti della variabilità interannuale, anche nel 2011 si è valutata la variabilità nella distribuzione spaziale di seston TOC, POC e PON, effettuando una serie di campionamenti 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. I campionamenti sono stati effettuati utilizzando un campionatore integratore che preleva un singolo campione integrato nello strato 0-20 m (Brev. M196A00012) e che può essere, quindi, considerato rappresentativo della zona fotica del Lago Maggiore.

La campagna di campionamento è stata effettuata nei giorni 18 e 19 luglio, cioè circa una settimana dopo le intense precipitazioni cadute in questo mese. La distribuzione del seston (Fig. 4.2.5) mostra chiaramente l'importanza dell'apporto alloctono di materiale particellato, presentando concentrazioni notevolmente elevate in prossimità dell'immissione a lago dei tributari più importanti, Ticino e Toce. I fenomeni meteorici di particolare rilievo nel periodo immediatamente antecedente il campionamento possono spiegare il fenomeno, evidenziando il nesso causale tra eventi meteorologici e localizzazione in lago delle elevate concentrazioni di seston misurate in lago. Anche la componente organica presenta una marcata eterogeneità spaziale ma la localizzazione dei valori di concentrazione più elevati in prossimità delle foci dei tributari è decisamente meno evidente. In particolare, la distribuzione del TOC, presentata in Fig. 4.2.6, pur rispecchiando l'eterogeneità spaziale già illustrata per il seston mostra una concentrazione elevata ( $> 1.6 \text{ mgC l}^{-1}$ ) anche in centro lago ( stazione di Ghiffa).

La distribuzione spaziale del POC (Fig. 4.2.7) e del PON (Fig. 4.2.8) è risultata caratterizzata da valori più elevati nelle porzioni centrali e meridionali del lago, presentando un gradiente di concentrazione crescente lungo l'asse nord-sud del lago di circa 200 e  $20 \mu\text{g l}^{-1}$ , rispettivamente.

In conclusione, lo studio della distribuzione spaziale delle variabili legate al ciclo del carbonio organico ha mostrato, nel 2011, una eterogeneità della loro distribuzione più pronunciata rispetto al 2010 e dipendente dagli apporti alloctoni per il seston, largamente influenzato dalla componente detritica inorganica.

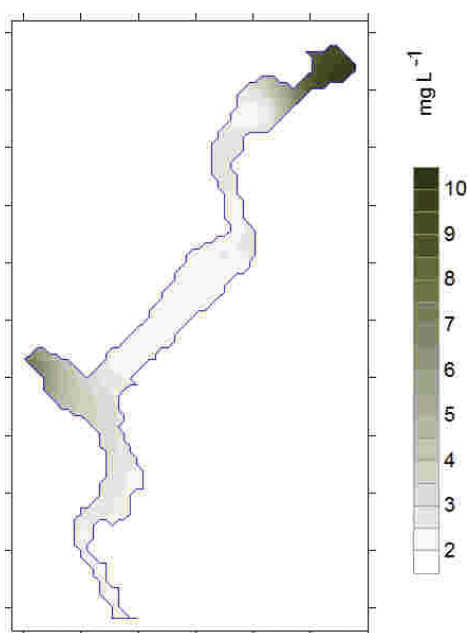


Fig. 4.2.5. Distribuzione spaziale del seston, luglio 2011.

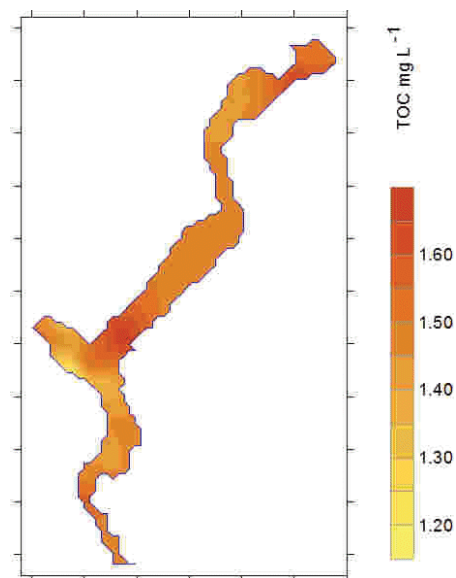


Fig. 4.2.6. Distribuzione spaziale del TOC, luglio 2011.

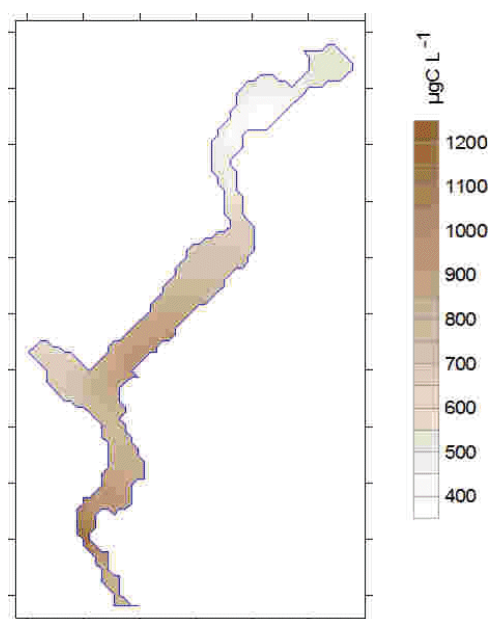


Fig. 4.2.7. Distribuzione spaziale del POC, luglio 2011.

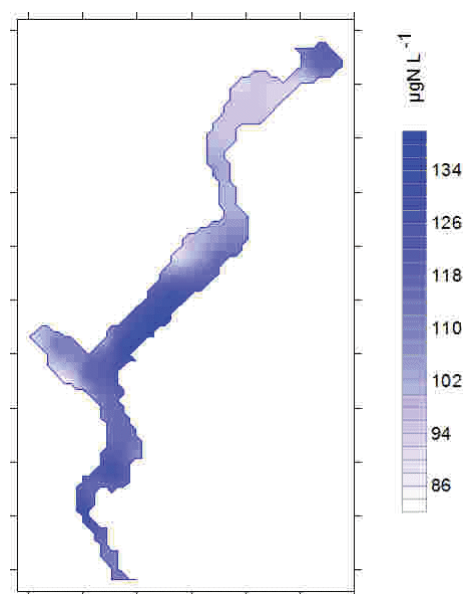


Fig. 4.2.8. Distribuzione spaziale del PON, luglio 2011.

Per il carbonio organico nel suo complesso (TOC), in gran parte costituito dalla frazione disciolta, non è evidente nessun gradiente di concentrazione lungo l'asse principale del lago. Al contrario la componente organica particellata, nonostante l'effetto dell'input alloctono mostra un gradiente di concentrazione crescente da nord a sud. La situazione evidenziata con questo campionamento mostra l'importanza di aggiungere all'analisi quantitativa della componente organica anche una analisi di tipo qualitativo così da poter identificare la distribuzione e l'abbondanza del carico organico alloctono che, derivando dal drenaggio del bacino imbrifero, può veicolare al lago sostanze esogene potenzialmente pericolose.

## BIBLIOGRAFIA

- Bertoni, R. and C. Callieri. 1992. Organic carbon trend during the oligotrophication of Lago Maggiore. In: R. de Bernardi, R. Pagnotta and A. Pugnetti (Eds). *Strategies for lake ecosystems beyond 2000. Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 52: 191-205.
- Bertoni, R., R. Piscia and C. Callieri. 2004. Horizontal heterogeneity of seston, organic carbon and picoplankton in the photic zone of Lago Maggiore, Northern Italy. *Journal of Limnology*, 63(2): 244-249
- Downing, J.A. 1991. Biological and physical heterogeneity in lakes. p. 160-180 In: J. Kolasa and S. Pickett (eds.), *Ecological heterogeneity*. Springer- Verlag, New York