

5. IL CARBONIO ORGANICO NEL LAGO MAGGIORE: TENDENZA EVOLUTIVA, ORIGINE E CARATTERISTICHE QUALITATIVE

Cristiana Callieri, Mario Contesini, Roberto Bertoni

5.1. TOC (Total Organic Carbon)

La concentrazione di Carbonio Totale Organico e Inorganico (rispettivamente TOC e TIC) è stata valutata analiticamente su campioni di acqua di lago prelevati con frequenza mensile alla stazione di massima profondità (Ghiffa) a 10 profondità scelte in modo da ottenere un profilo di questa variabile lungo la colonna d'acqua. Come in passato le misure di TOC sono state effettuate, previa filtrazione del campione su rete con maglie da 126 μ m, con un analizzatore Shimadzu 5000, dotato di autocampionatore, nel giorno stesso del prelievo.

Nella Fig. 5.1 A e B è presentata rispettivamente l'evoluzione temporale del TOC e del TIC nelle zone fotica ed afotica del Lago Maggiore nel 2015.

La concentrazione di TOC (Fig. 5.1 A) è stata massima nello strato 0-20 m nel periodo estivo e autunnale per poi decrescere rapidamente negli ultimi mesi dell'anno. La concentrazione massima, misurata nella zona fotica in ottobre, è stata di 1.42 mg L⁻¹, valore di poco superiore al massimo dello scorso anno in settembre (1.26 mg L⁻¹). Nell'ipolimnio la concentrazione del TOC si è mantenuta su valori prossimi a quelli dell'anno precedente, con valori più elevati tra febbraio e marzo, cioè nell'inverno limnologico quando il rimescolamento tra strati superficiali e profondi è massimo.

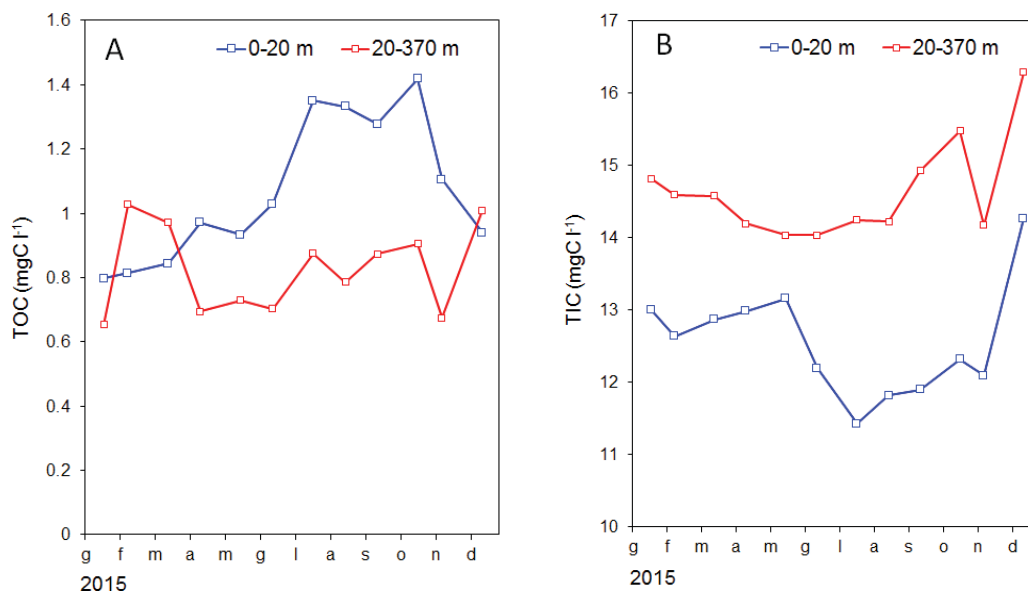


Fig. 5.1. Evoluzione stagionale della concentrazione di Carbonio Totale Organico (TOC, pannello A) e Inorganico (TIC, pannello B) negli strati 0-20 m e 20-370 m nel Lago Maggiore nel corso del 2015.

Esaminando la concentrazione del TIC (Fig. 5.1 B) si può constatare che nel Lago Maggiore il carbonio inorganico non è mai limitante poiché la sua concentrazione è sempre di un ordine di grandezza superiore a quella del TOC. E' comunque evidente la diminuzione di TIC e il corrispondente aumento di TOC negli strati più superficiali nei mesi di maggior produzione autotrofa. Il più elevato consumo biologico di TIC negli strati fotici concorre con le diverse condizioni fisiche e biologiche dell'ipolimnio a determinare le più elevate concentrazioni di TIC misurate negli strati profondi.

5.2. TEP (Transparent Exopolymeric Particles)

Lo studio quantitativo del TEP nel Lago Maggiore lungo il profilo verticale e nelle diverse fasi stagionali può dare indicazioni utili sulle sostanze polimeriche extracellulari di natura glucidica che, rilasciate nell'ambiente dalle alghe e dai batteri, tendono a costituire aggregati ed a formare mucillagini e/o schiume in occasione anche di fioriture algali.

I campioni sono stati prelevati nella stazione di massima profondità (Ghiffa) a 10 profondità: superficie, 5m, 10m, 15m, 20m, 50m, 100m, 200m, 300m, 350m ed inoltre si è analizzato un campione integrato 0-20m per caratterizzare la zona epilimnetica ed uno 20-350m per quella ipolimnetica.

La metodica utilizzata è stata quella descritta da Passow e Alldredge (1995) con la quale le TEP sono colorate con alcian blu, un colorante cationico idrofilo che si lega ai lipopolisaccaridi. Si sono usate membrane in policarbonato con pori da 0.4 µm sulle quali si sono filtrati i campioni d'acqua ad un vuoto di 150 mm Hg e si sono colorate le particelle con 500 µl di una soluzione acquosa di alcian blu (8GX) allo 0.02% in acido acetico 0.06%. I filtri sono stati poi immersi in 6 ml di una soluzione al 80 % di acido solforico per 2 ore. L'assorbanza veniva misurata a 787 nm in una cuvetta di 1 cm e il valore del bianco (costituito da un filtro colorato con alcian blu) veniva sottratto alla misura. La concentrazione di TEP veniva poi ottenuta tramite una curva di calibrazione con gomma xantano ed espressa come gomma xantano (GX) equivalenti (µg GX eq L⁻¹).

Nella Tabella 5.1 sono riportati i dati di TEP e di TOC della zona epi ed ipolimnetica nel 2015.

Tabella 5.1. Concentrazioni di TEP e TOC (µg/L), % di TEP nel TOC nelle zona eufotica e afotica del Lago Maggiore nel 2015

0-20 m	TEP (µgC/L)	TOC (µgC/L)	%TEP	Chl (µg/L)
11/02/2015	38	915	4	0.40
20/05/2015	203	929	22	1.01
22/10/2015	100	1333	14	3.23
16/09/2015	231	1277	18	3.19
21/10/2015	144	1419	10	2.01
20-370 m				
11/02/2015	0	703	0	
20/05/2015	90	744	12	
22/10/2015	123	787	16	
16/09/2015	0	873	0	
21/10/2015	0	905	0	

Si osserva che la TEP nell'ipolimnio è presente a concentrazioni molto basse (Fig. 5.2) o è assente, perché è nella zona trofogenica, eufotica che si produce questo materiale. Le variazioni stagionali del TEP seguono quelle del TOC e possono arrivare anche al 20% del carbonio organico totale, come media dello strato 0-20 m.

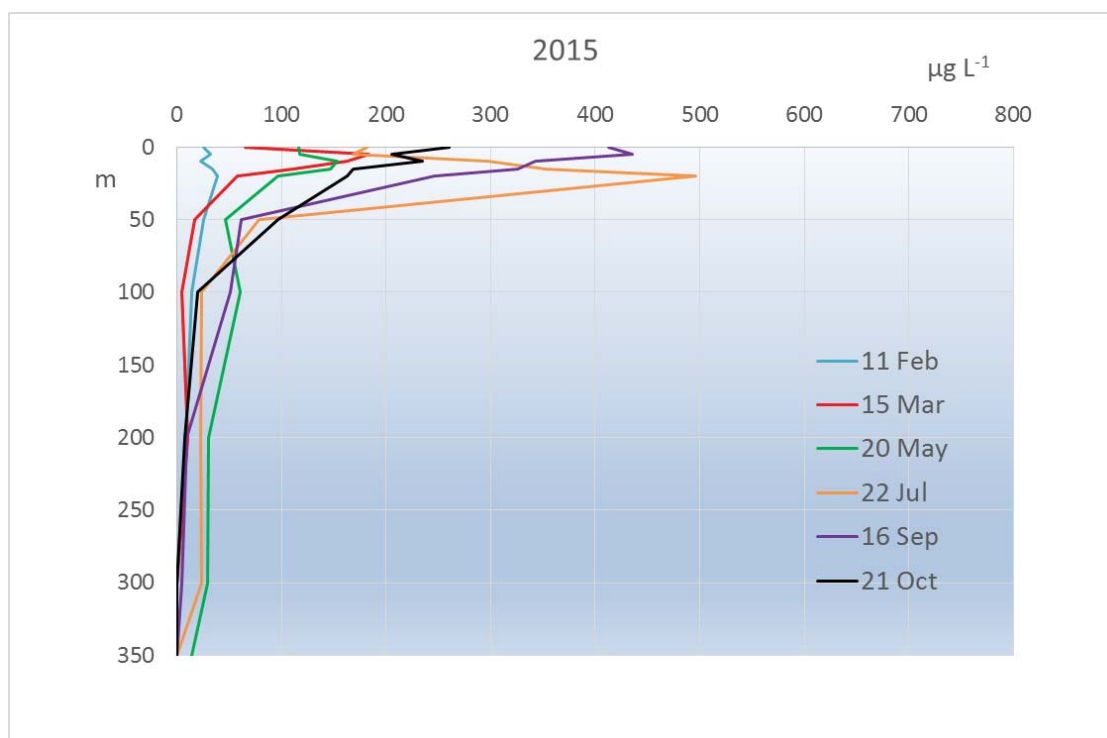


Fig. 5.2. Profili verticali della concentrazione di TEP ($\mu\text{g/L}$) lungo la colonna d'acqua del Lago Maggiore nel 2015

5.3. CDOM (Chromophoric Dissolved Organic Matter)

La valutazione differenziale della componente autoctona, a basso peso molecolare, e di quella terrigena alloctona, ad alto peso molecolare, è stata effettuata con frequenza stagionale con stime dell'abbondanza relativa di CDOM (Chromophoric Dissolved Organic Matter) da spettri di assorbimento a specifiche lunghezze d'onda. Il rapporto dello spettro (Spectral Ratio, SR) nelle regioni a lunghezza d'onda più corta (275–295 nm) e più lunga (350–400 nm) è inversamente correlato al peso molecolare medio del DOM (Helms *et al.* 2008) e assume valori tanto più elevati quanto più nel DOM sono abbondanti le molecole a basso peso molecolare (autoctone) rispetto a quelle ad alto peso molecolare (alloctone). Quindi al crescere del peso molecolare SR diminuisce per la maggior assorbanza del CDOM ad alto peso molecolare a lunghezza d'onda più lunghe. (Chen *et al.* 2011, Cory *et al.* 2011).

Nella Fig. 5.3 sono presentati i valori di SR misurati nel corso del 2015 nelle diverse stagioni. SR ha assunto valori inferiori o uguali ad 1 in febbraio, mostrando l'origine prevalentemente alloctona del CDOM presente in quelle stagioni. Già a maggio SR assume valori superiori ad 1 nei primi 10 m dove la produzione autoctona

autotrofa ha già immesso DOM a basso peso molecolare. Nei mesi estivi ed autunnali la situazione si modifica decisamente ed S_R assume valori superiori ad 1 in tutta la colonna d'acqua documentando la presenza di sostanza organica autoctona, a basso peso molecolare, derivante dalla produzione algale epilimnica. Questo è particolarmente evidente in luglio quando in superficie il valore di S_R arriva ad 11.8. Nell'ipolimnio S_R si mantiene sempre inferiore o di poco superiore all'unità dimostrando la prevalenza di CDOM ad alto peso molecolare negli strati profondi del lago.

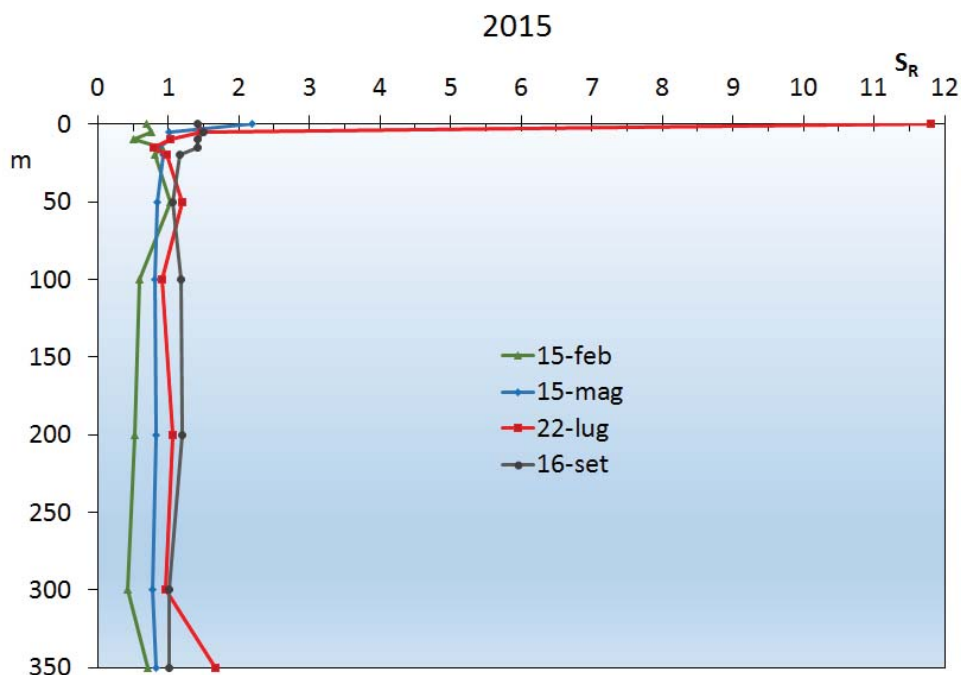


Fig. 5.3.1. Profili verticali dello Spectral Ratio (S_R) del CDOM lungo la colonna d'acqua del Lago Maggiore nel 2015

La valutazione di S_R ha confermato l'origine prevalentemente autoctona della sostanza organica presente nel Lago Maggiore nei periodi di maggior produzione fitoplanctonica ed ha mostrato la validità di questo parametro per il *fingerprinting* delle sorgenti di DOM.

Bibliografia

- Chen H., B. Zheng, Y. Song, Y. Qin. 2011. Correlation between molecular absorption spectral slope ratios and fluorescence humification indices in characterizing CDOM. *Aquat. Sci.* 73:103–112.
- Cory R.M., E.W. Boyer, D.M. McKnight. 2011. Spectral Methods to Advance Understanding of Dissolved Organic Carbon Dynamics. In: *Forested Catchments Forest Hydrology and Biogeochemistry*. Eds Levia D. F., Carlyle-Moses D., Tanaka T. Springer Netherlands. vol. 216: 117-1358
- Helms J.R., A. Stubbins, J.D. Ritchie, E.C. Minor, D.J. Kieber, K. Mopper. 2008. Absorption spectral slopes and slope ratios as indicators of molecular weight,

source, and photobleaching of chromophoric dissolved organic matter. *Limnol. Oceanogr.* 53:955–969.