



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi
Verbania Pallanza

R E P O R T

CNR-ISE, 01.09

INDAGINI LIMOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO (SOPRALLUOGO DEL 16 GIUGNO 2009)

V. Ambrosetti, M. Austoni, A. Fadda, M. Manca, G. Morabito, M. Rogora,
O. Tornimbeni, M. Contesini, P. Giacomotti, P. Panzani, A. Pranzo,
G. Tartari & S. Vanetti

2009

Convenzione tra CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Acetati S.p.A

**INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE
LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO
(SOPRALLUOGO DEL 16 GIUGNO 2009)**

PREMESSA

Le indagini nell'area lacustre antistante la foce del Torrente San Bernardino sono state effettuate il 16 giugno 2009. Come nei sopralluoghi precedenti, i prelievi hanno interessato due diverse stazioni di campionamento: la prima è collocata su un fondale di circa 50 metri, a 120 metri dalla sponda destra idrografica del fiume (stazione 1); la seconda si trova invece su un fondale di circa 100 metri ad una distanza di circa 200 metri dalla riva (stazione 2). Lo scopo delle indagini è quello di individuare eventuali alterazioni delle caratteristiche termiche, chimiche e biologiche delle acque nella zona interessata dallo scarico finale del depuratore consortile di Verbania gestito dalla S.P.V. (Servizi Pubblici Verbanesi S.r.l.), nel quale confluiscono anche i reflui trattati derivanti dalla Acetati S.p.A.

In entrambe le stazioni sono state eseguite delle misure *in situ* di temperatura con termometro a rovesciamento. I prelievi per le analisi chimiche hanno interessato le profondità 0 - 10 - 20 - 30 e 45 metri per la stazione 1, e 0 - 15 - 30 - 45 - 60 - 75 e 90 metri per la stazione 2.

Nelle due stazioni sono state inoltre eseguite misure di trasparenza con il disco di Secchi e si è proceduto alla raccolta di un campione integrato nello strato 0-20 metri per l'analisi del popolamento fitoplanctonico e la determinazione di clorofilla e feofitina, nonché di campioni di zooplancton con retino (maglie di luce 126 μm) nello strato 0-40 metri nella stazione 1 e 0-50 metri nella stazione 2.

In questa relazione vengono presentati i risultati delle indagini termiche, chimiche e biologiche; i dati vengono inoltre discussi in relazione alla situazione riscontrata nella stazione pelagica di Ghiffa (15 giugno per le caratteristiche chimiche e per le temperature; 10 e 8 giugno rispettivamente per indagini su fitoplancton e zooplancton) e alle caratteristiche delle acque tributarie del Torrente San Bernardino (campionamento del 16 giugno 2009).

TERMICA LACUSTRE

I profili termici verticali misurati il 16 giugno 2009 nelle due stazioni rivierasche alla foce del Torrente S. Bernardino sono tra loro pressoché identici e corrispondono strutturalmente a quella rilevata nella zona pelagica di Ghiffa il giorno 15 giugno 2009 (Fig. 1). In prossimità della riva le temperature degli strati superficiali (intorno ai 20 °C) si presentano poco dissimili da quella della stazione situata a centro lago (18,89 °C temperatura rilevata il giorno precedente). Contrariamente a quanto verificato in passato nello stesso periodo non si nota la presenza di un epilimnio ben pronunciato. A questo proposito si deve tenere presente che nei giorni immediatamente antecedenti al campionamento, la zona è stata investita da un forte vento con raffiche superiori ai 50 km h⁻¹ proveniente da WNW, il che ha praticamente omogeneizzato tutto lo strato

superficiale del lago. Il massimo gradiente termico verticale (0,89 °C) è presente tra 5 e 6 metri di profondità e decresce gradualmente con la profondità. Un leggero aumento di temperatura nella curva verticale della stazione 2 (quella più al largo) lo si nota al di sotto di 40 metri di profondità, che può essere imputabile all'inserimento in lago del Torrente San Bernardino che il 16 giugno presentava una temperatura di 17 °C. Dal punto di vista termico si può quindi affermare che sia in superficie che nelle acque ipolimniche non sono presenti anomalie che possono essere imputabili ad un eventuale impatto termico dello scarico di Acetati S.p.A. nella massa lacustre.

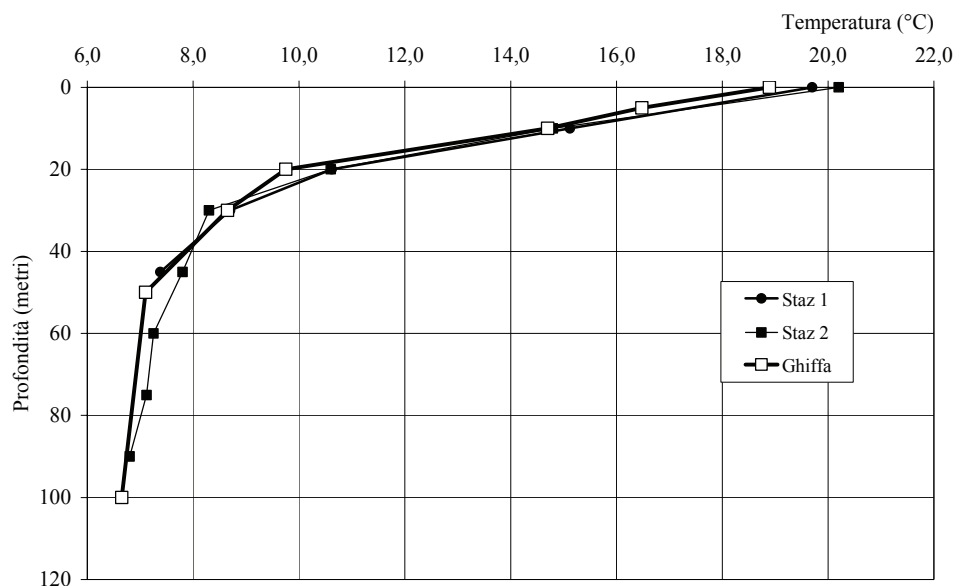


Fig. 1. Profili termici verticali (valori misurati con termometro a rovesciamento) nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione pelagica di Ghiffa.

ANALISI CHIMICHE

In tabella 1 sono riportati i risultati dei prelievi relativi alla stazione 1, su fondale di 50 metri, ed alla foce del Torrente San Bernardino, mentre la tabella 2 riporta i dati ottenuti dai campionamenti nella stazione 2, su fondale di 100 metri. La tabella 3 infine mostra i valori misurati nella stazione di Ghiffa, a centro lago, nello strato d'acqua compreso tra la superficie ed i 100 m di profondità.

Il Torrente San Bernardino, nel punto di immissione a lago, non presenta evidenza di contaminazione delle acque dovuta a scarichi urbani o altre sorgenti (Tab. 1). Infatti l'azoto ammoniacale risulta pressoché assente e l'azoto organico è presente in basse concentrazioni ($0,05 \text{ mg N l}^{-1}$). Anche il fosforo, sia reattivo che totale, mostra concentrazioni estremamente basse ($3 \text{ } \mu\text{g P l}^{-1}$). I valori delle altre variabili, tra cui il pH (7,59 unità), l'alcalinità totale ($0,25 \text{ meq l}^{-1}$) e la conducibilità ($45 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$), sono quelle tipiche dell'idrochimica di base di un torrente come il S. Bernardino, il cui bacino imbrifero è costituito prevalentemente da rocce poco solubili.

Il confronto tra le due stazioni rivierasche interessate dallo scarico e la zona pelagica del lago (stazione di Ghiffa) è riportato nelle figure 2-17, che mostrano la distribuzione verticale di pH, saturazione di ossigeno, conducibilità a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, nonché delle principali specie ioniche e di quelle variabili chimiche che potrebbero essere influenzate direttamente dallo scarico, oppure che potrebbero segnalare processi biochimici anomali rispetto a quelli che avvengono a lago.

I valori di pH e della saturazione di ossigeno hanno mostrato andamenti molto simili nelle tre stazioni considerate (Tab. 1, 2 e 3 e Fig. 3 e 4). Alle profondità potenzialmente interessate dallo scarico non si osserva quindi un consumo aggiuntivo di ossigeno rispetto a quanto avviene nella zona pelagica, a dimostrazione di come il carico organico proveniente dallo scarico non sia tale da influenzare i processi di demolizione della sostanza organica che avvengono in ipolimnio. Il contenuto di ossigeno si è mantenuto in entrambe le stazioni al di sopra del 78 % come percentuale di saturazione. I valori di pH sono risultati compresi tra 8,2 unità in superficie e 7,4 in ipolimnio, valori del tutto analoghi a quelli di Ghiffa (Fig. 3).

Un andamento simile nelle due stazioni interessate dallo scarico e in quella di Ghiffa si osserva anche per le variabili strettamente connesse con l'idrochimica di base (conducibilità, alcalinità totale, solfati, calcio, magnesio, sodio, potassio e cloruri). Solo nel caso della stazione 1, più vicina a riva, alla profondità di 10 m, i valori di queste variabili presentano una diminuzione rispetto a quanto rilevato nella stazione 2 o in quella pelagica. I valori di conducibilità ad esempio sono scesi a $111 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ a 10 m di profondità nella stazioni 1, rispetto ai circa $130 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ misurati a Ghiffa a -10 m (Fig. 4), mentre l'alcalinità ha fatto registrare un valore di $0,61 \text{ meq l}^{-1}$ rispetto agli $0,74$ della zona pelagica (Fig. 5).

Analoghe osservazioni possono essere fatte per i cationi calcio, magnesio, sodio e potassio e per solfati e cloruri (Figg 6-11). Un lieve aumento delle concentrazioni di sodio e cloruri si verifica alla profondità di 30 m nella stazione 1 (Figg 9 e 11), dove si sono registrati rispettivamente $3,1$ e $3,0 \text{ mg l}^{-1}$. Tali valori comunque rientrano nella normale variabilità stagionale e non corrispondono tra l'altro alla profondità interessata dallo scarico.

I silicati presentano un profilo leggermente differente nella stazione 1 rispetto alla stazione 2 e a quella pelagica (Fig. 12): tra 10 e 20 m infatti si sono rilevate

concentrazioni di 1,4-1,5 mg Si l⁻¹, rispetto a 1,1 mg Si l⁻¹, ma anche in questo caso i valori rientrano nella normale variabilità stagionale di questa variabile, con minimi in superficie, a causa del consumo da parte delle fioriture di diatomee, e massimi di circa 1,6 mg Si l⁻¹ a 90-100 m di profondità.

Le stazioni interessate dallo scarico non presentano differenze rilevanti rispetto a centro lago nemmeno per quanto riguarda i composti dell'azoto (Figg 13-16). I valori di azoto nitrico sono risultati compresi tra 0,78-0,79 mg N l⁻¹ in superficie e 0,91-0,92 tra gli 80 ed i 100 m di profondità. Le concentrazioni di azoto ammoniacale si sono mantenute al di sotto di 0,02 mg N l⁻¹ in tutti e tre i punti di campionamento. Anche per azoto organico e totale le concentrazioni nelle zone interessate dallo scarico sono risultate in linea con quelle misurate a centro lago (Figg 15 e 16). Solo nel caso del fosforo totale si sono rilevate nelle stazioni 1 e 2 concentrazioni leggermente più elevate rispetto alla zona pelagica (tra 5 e 8 µg P l⁻¹ nella stazione 1 e tra 6 e 11 µg P l⁻¹ nella stazione 2, rispetto a valori di 3-7 µg P l⁻¹ a Ghiffa; Fig. 17). Trattandosi comunque di concentrazioni basse, sempre inferiori a 11 µg P l⁻¹, non possono essere considerate indicative di una contaminazione delle acque dovuta alla presenza dello scarico.

Tab. 1 - Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 1 il 16 giugno 2009, nonché alla foce del Torrente San Bernardino il 16 giugno 2009.

| | | 0 m | -10 m | -20 m | -30 m | -45 m | Foce San Bernardino |
|-----------------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Temperatura | °C | 16,5 | 15,1 | 9,6 | 8,7 | 7,3 | 11,4 |
| Ossigeno | mg O ₂ l ⁻¹ | 11,3 | 11,1 | 10,8 | 10,5 | 10,2 | - |
| Saturazione ossigeno | % | 118 | 112 | 97 | 92 | 86 | - |
| pH | | 8,58 | 8,05 | 7,59 | 7,50 | 7,44 | 7,59 |
| Alcalinità totale | meq l ⁻¹ | 0,93 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,82 | 0,25 |
| Conducibilità a 20 °C | µS cm ⁻¹ | 150 | 111 | 134 | 149 | 152 | 45 |
| Azoto ammoniacale | mg N l ⁻¹ | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Azoto nitrico | mg N l ⁻¹ | 0,77 | 0,78 | 0,80 | 0,91 | 0,92 | 0,77 |
| Azoto inorganico | mg N l ⁻¹ | 0,77 | 0,79 | 0,81 | 0,92 | 0,92 | 0,78 |
| Azoto organico | mg N l ⁻¹ | 0,37 | 0,10 | 0,16 | 0,04 | 0,02 | 0,05 |
| Azoto totale | mg N l ⁻¹ | 1,14 | 0,89 | 0,97 | 0,96 | 0,94 | 0,83 |
| Fosforo reattivo | µg P l ⁻¹ | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| Fosforo totale | µg P l ⁻¹ | 11 | 6,0 | 5,0 | 8,0 | 6,0 | 4,0 |
| Silicati reattivi | mg Si l ⁻¹ | 0,1 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 2,9 |
| Calcio | mg Ca l ⁻¹ | 21,7 | 16,1 | 19,9 | 21,9 | 22,6 | 5,3 |
| Magnesio | mg Mg l ⁻¹ | 4,2 | 2,7 | 3,2 | 3,6 | 3,7 | 1,0 |
| Sodio | mg Na l ⁻¹ | 3,3 | 2,3 | 2,6 | 3,1 | 3,0 | 1,2 |
| Potassio | mg K l ⁻¹ | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,9 |
| Solfati | mg SO ₄ l ⁻¹ | 23,8 | 18,7 | 24,4 | 27,0 | 28,0 | 4,9 |
| Cloruri | mg Cl l ⁻¹ | 3,3 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 2,9 | 1,4 |

Tab. 2. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 2 il 16 giugno 2009.

| | | 0 m | -15 m | -30 m | -45 m | -60 m | -75 m | -90 m |
|-----------------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura | °C | 20,2 | 13,3 | 8,3 | 7,8 | 7,3 | 7,1 | 6,8 |
| Ossigeno | mg O ₂ l ⁻¹ | 10,4 | 10,8 | 9,8 | 10,1 | 10,1 | 9,5 | 9,3 |
| Saturazione ossigeno | % | 118 | 106 | 85 | 87 | 85 | 80 | 78 |
| pH | | 8,22 | 7,92 | 7,49 | 7,49 | 7,44 | 7,41 | 7,39 |
| Alcalinità totale | meq l ⁻¹ | 0,73 | 0,69 | 0,81 | 0,82 | 0,82 | 0,83 | 0,84 |
| Conducibilità a 20 °C | µS cm ⁻¹ | 131 | 128 | 148 | 151 | 152 | 154 | 153 |
| Azoto ammoniacale | mg N l ⁻¹ | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Azoto nitrico | mg N l ⁻¹ | 0,78 | 0,79 | 0,90 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 |
| Azoto inorganico | mg N l ⁻¹ | 0,79 | 0,80 | 0,90 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 |
| Azoto organico | mg N l ⁻¹ | 0,19 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,06 |
| Azoto totale | mg N l ⁻¹ | 0,98 | 0,89 | 0,97 | 0,97 | 0,98 | 0,96 | 0,97 |
| Fosforo reattivo | µg P l ⁻¹ | 3 | 4 | 4 | 4 | 6 | 9 | 8 |
| Fosforo totale | µg P l ⁻¹ | 6 | 10 | 7 | 6 | 9 | 11 | 10 |
| Silicati reattivi | mg Si l ⁻¹ | 1,1 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,6 |
| Calcio | mg Ca l ⁻¹ | 19,5 | 19,0 | 21,9 | 22,3 | 22,4 | 22,6 | 22,7 |
| Magnesio | mg Mg l ⁻¹ | 3,3 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| Sodio | mg Na l ⁻¹ | 2,7 | 2,6 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,0 |
| Potassio | mg K l ⁻¹ | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Solfati | mg SO ₄ l ⁻¹ | 22,6 | 22,7 | 26,9 | 27,8 | 28,2 | 28,6 | 28,7 |
| Cloruri | mg Cl l ⁻¹ | 2,7 | 2,5 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,8 |

Tab. 3. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione di Ghiffa il 15 giugno 2009.

| | | 0 m | -5 m | -10 m | -20 m | -30 m | -50 m | -100 m |
|-----------------------|------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Temperatura | °C | 18,9 | 16,5 | 11,7 | 9,8 | 8,7 | 7,1 | 6,7 |
| Ossigeno | mg O ₂ l ⁻¹ | 11,2 | 11,1 | 11,2 | 10,4 | 10,4 | 10,1 | 9,5 |
| Saturazione ossigeno | % | 123 | 117 | 105 | 94 | 91 | 85 | 79 |
| pH | | 8,21 | 8,36 | 8,19 | 7,52 | 7,53 | 7,49 | 7,40 |
| Alcalinità totale | meq l ⁻¹ | 0,75 | 0,71 | 0,74 | 0,77 | 0,81 | 0,82 | 0,83 |
| Conducibilità a 20 °C | µS cm ⁻¹ | 133 | 128 | 129 | 141 | 147 | 152 | 154 |
| Azoto ammoniacale | mg N l ⁻¹ | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Azoto nitrico | mg N l ⁻¹ | 0,77 | 0,78 | 0,77 | 0,86 | 0,90 | 0,91 | 0,91 |
| Azoto inorganico | mg N l ⁻¹ | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,86 | 0,90 | 0,91 | 0,91 |
| Azoto organico | mg N l ⁻¹ | 0,33 | 0,17 | 0,12 | 0,11 | 0,14 | 0,08 | 0,07 |
| Azoto totale | mg N l ⁻¹ | 1,12 | 0,96 | 0,91 | 0,97 | 1,04 | 0,99 | 0,98 |
| Fosforo reattivo | µg P l ⁻¹ | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 6 |
| Fosforo totale | µg P l ⁻¹ | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 3 | 7 |
| Silicati reattivi | mg Si l ⁻¹ | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,6 |
| Calcio | mg Ca l ⁻¹ | 19,7 | 19,1 | 19,3 | 21,0 | 21,8 | 22,6 | 22,8 |
| Magnesio | mg Mg l ⁻¹ | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,7 | 3,7 |
| Sodio | mg Na l ⁻¹ | 2,9 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,0 |
| Potassio | mg K l ⁻¹ | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Solfati | mg SO ₄ l ⁻¹ | 22,2 | 21,9 | 22,3 | 25,0 | 26,3 | 28,2 | 28,8 |
| Cloruri | mg Cl l ⁻¹ | 3,0 | 2,6 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |

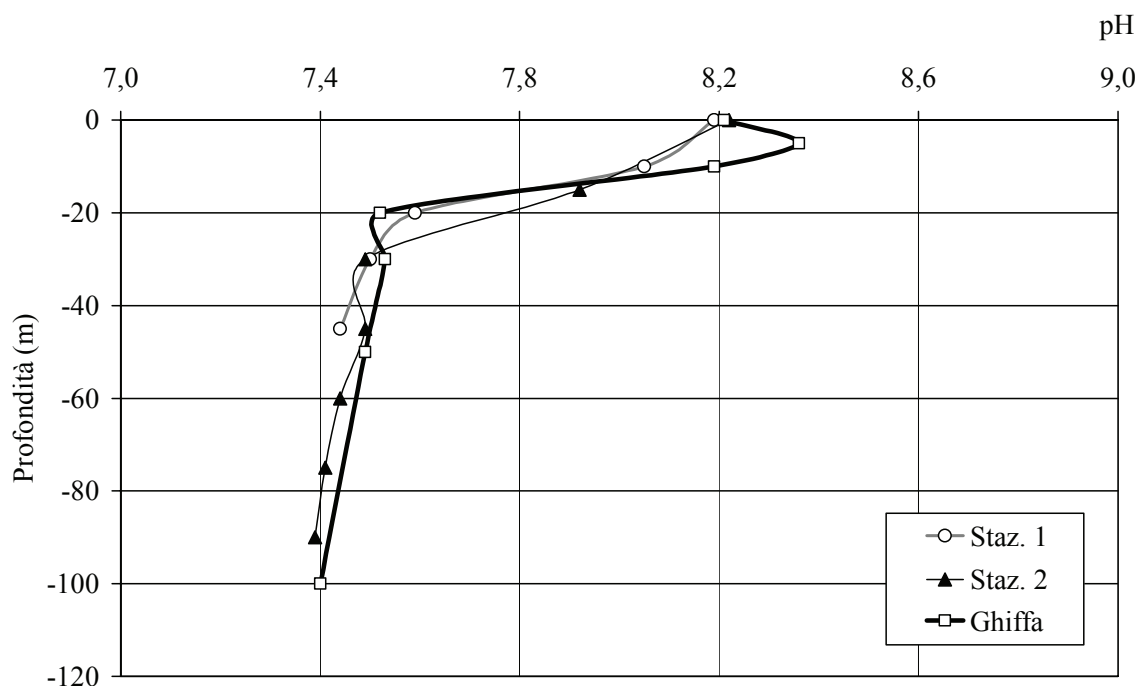


Fig. 2. Distribuzione verticale dei valori di pH nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

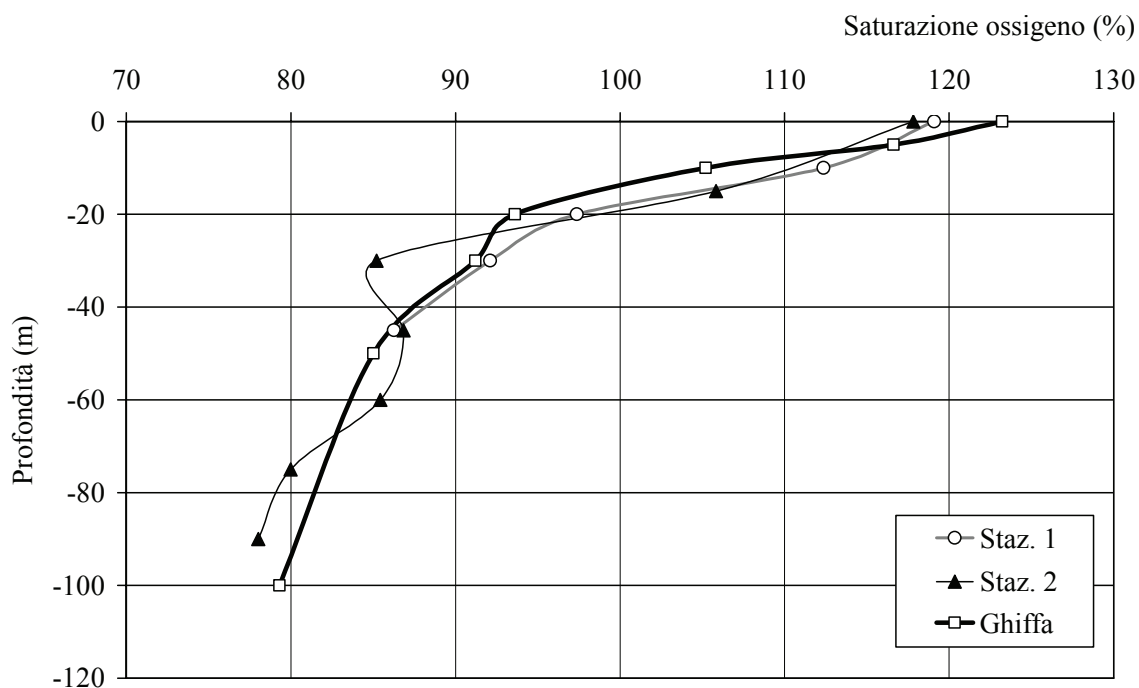


Fig. 3. Distribuzione verticale dei valori di saturazione di ossigeno nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

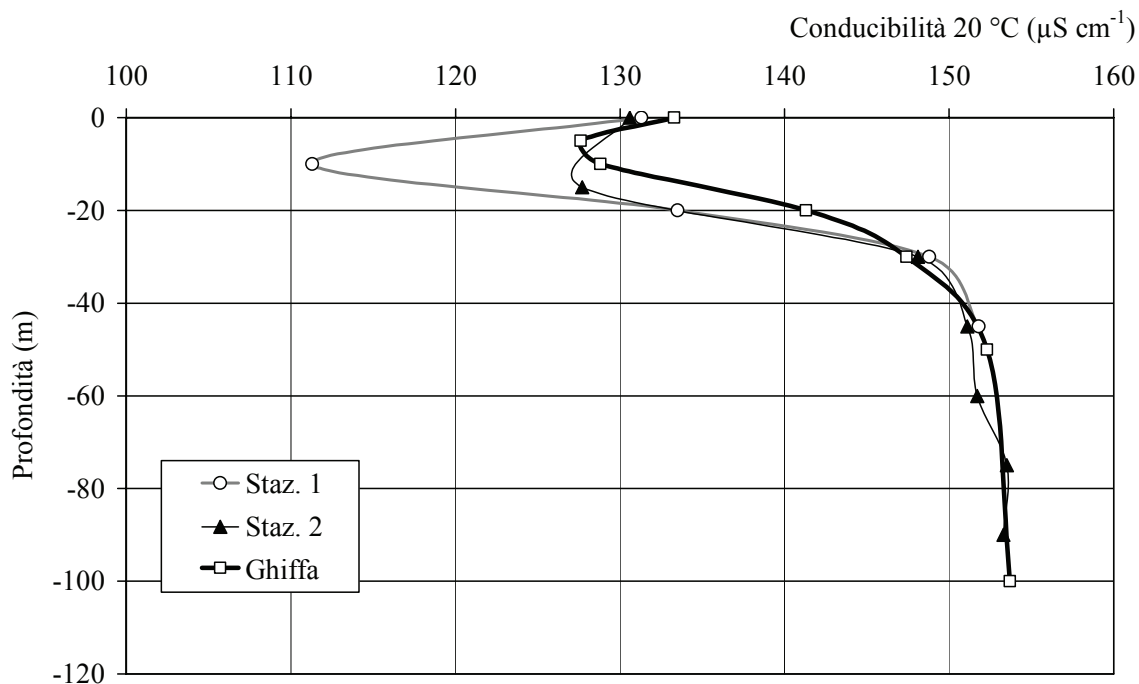


Fig. 4. Distribuzione verticale dei valori di conducibilità nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

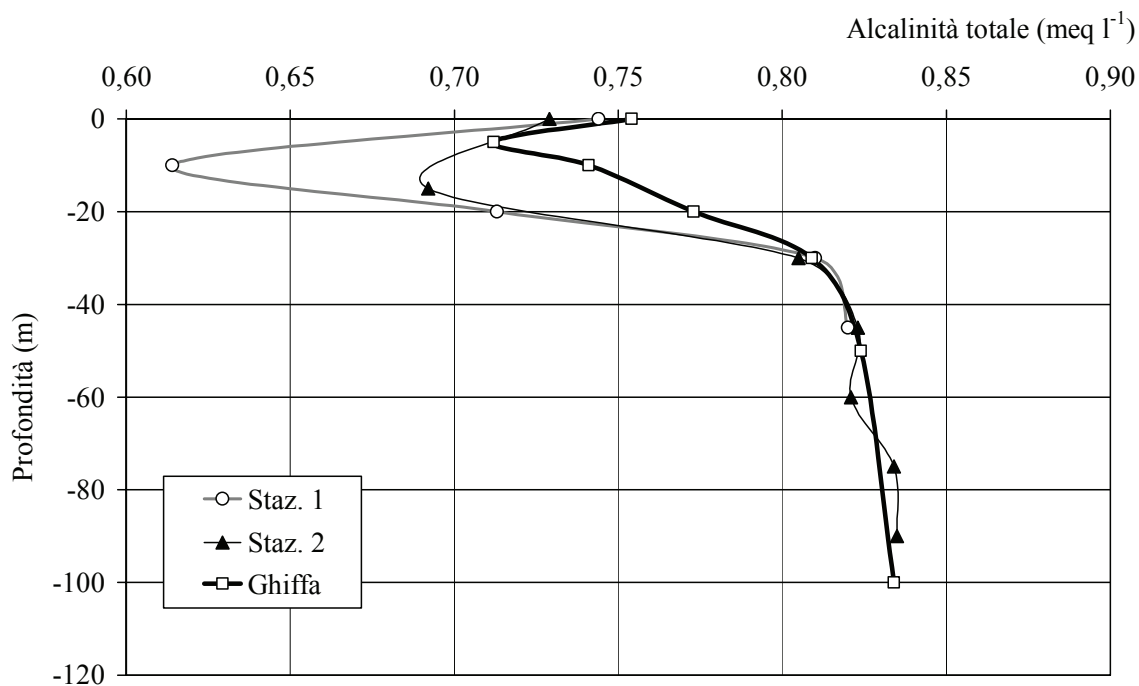


Fig. 5. Distribuzione verticale delle concentrazioni di alcalinità totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

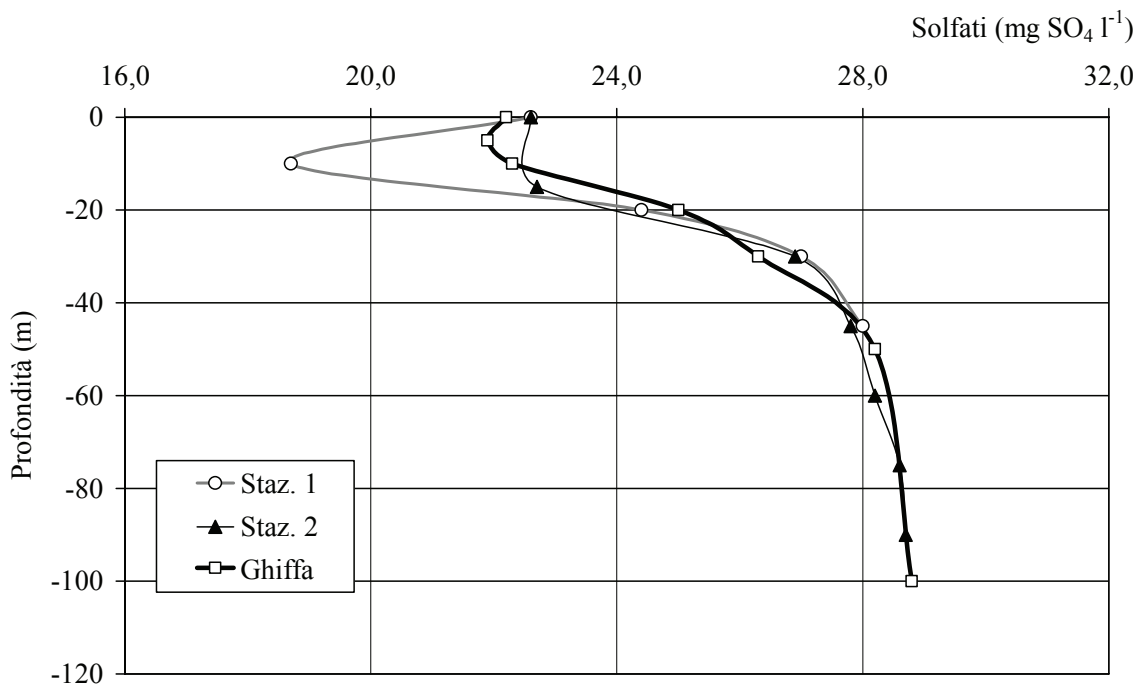


Fig. 6. Distribuzione verticale delle concentrazioni di solfati nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

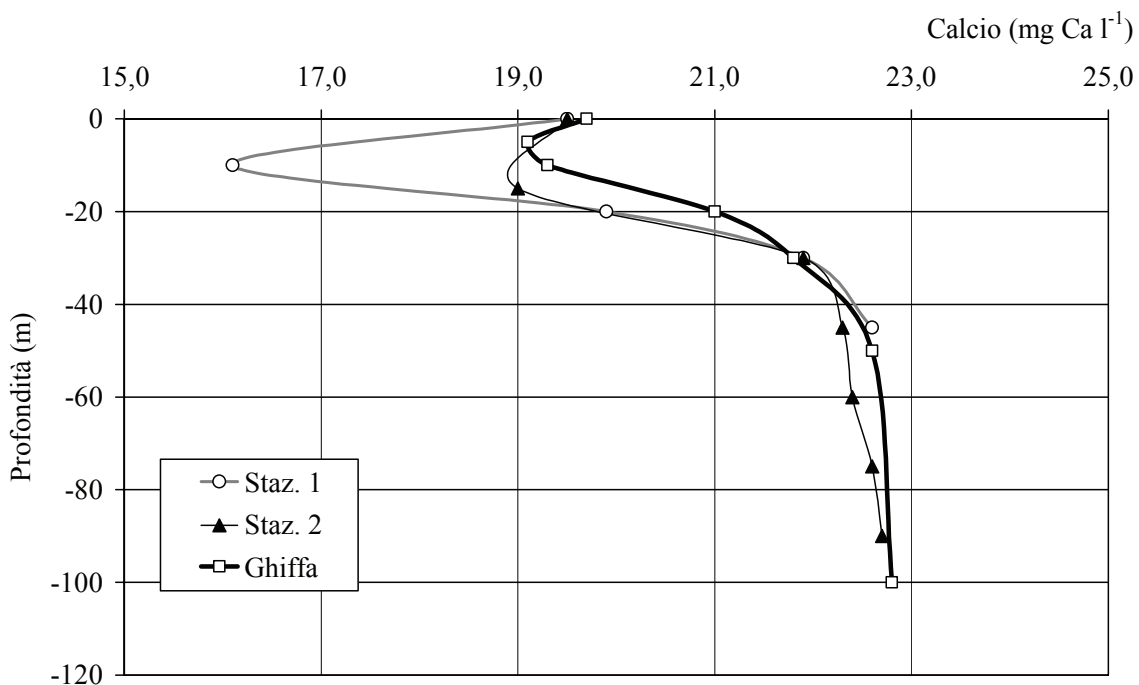


Fig. 7. Distribuzione verticale delle concentrazioni di calcio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

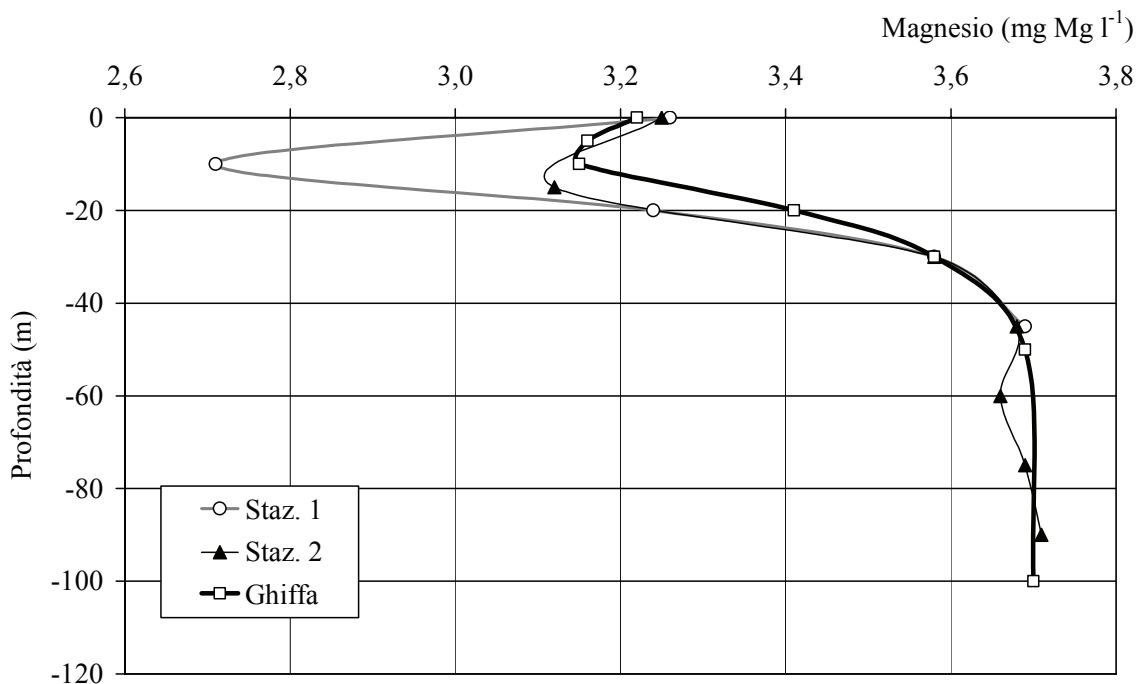


Fig. 8. Distribuzione verticale delle concentrazioni di magnesio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

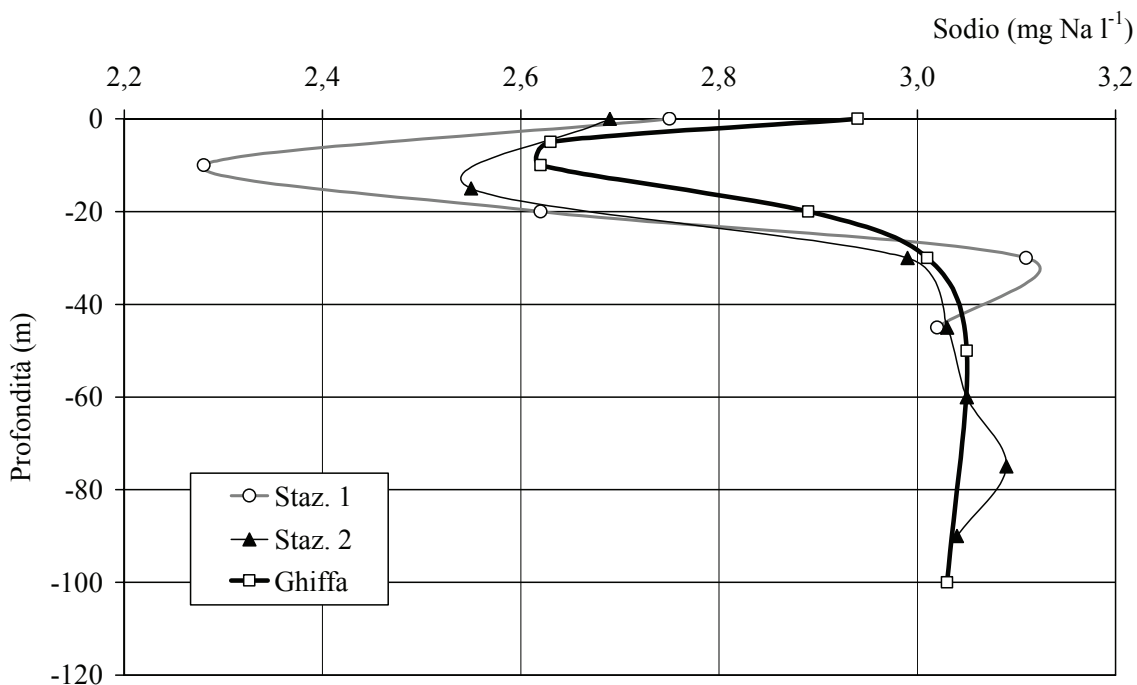


Fig. 9. Distribuzione verticale delle concentrazioni di sodio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

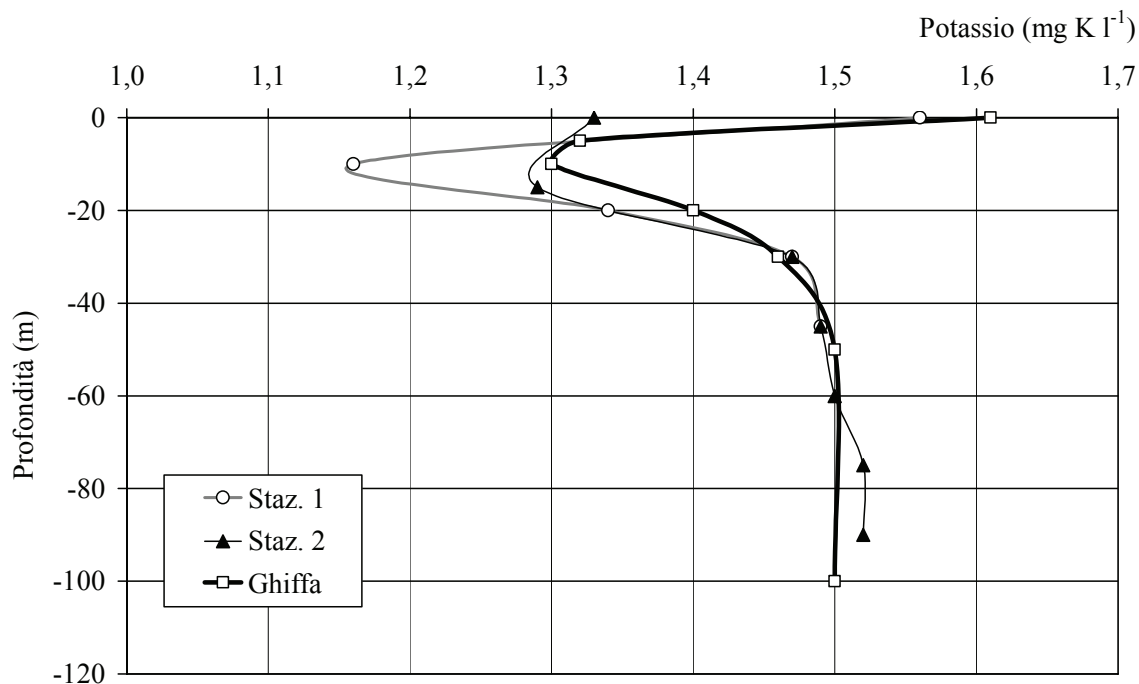


Fig. 10. Distribuzione verticale delle concentrazioni di potassio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

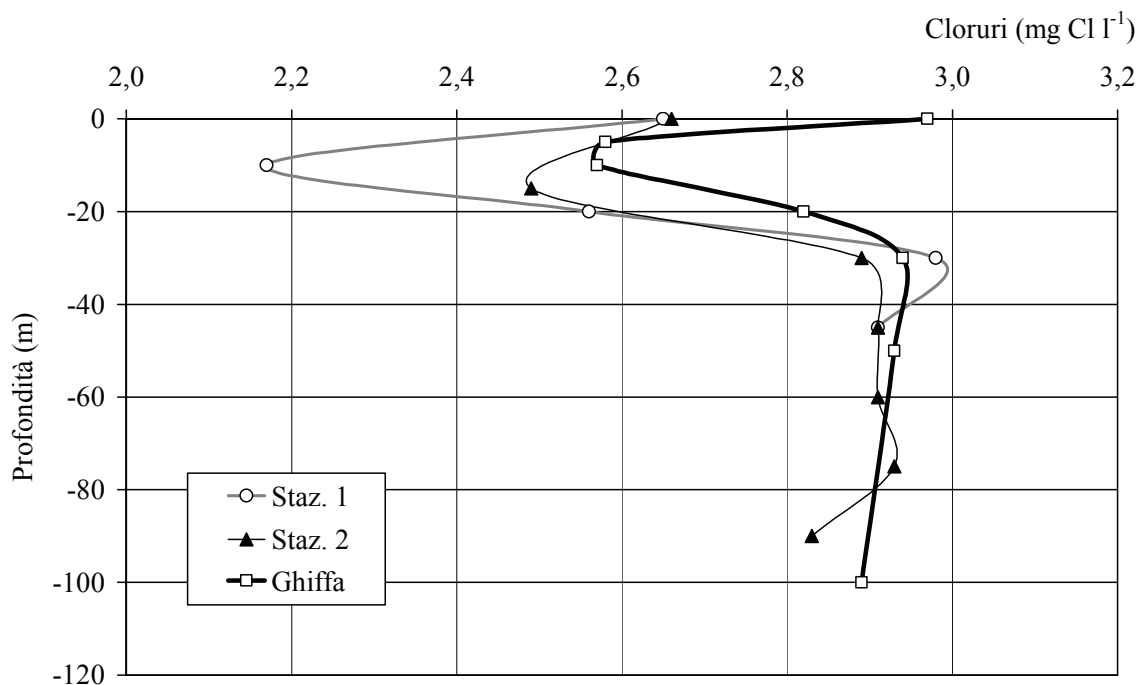


Fig. 11. Distribuzione verticale delle concentrazioni di cloruri nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

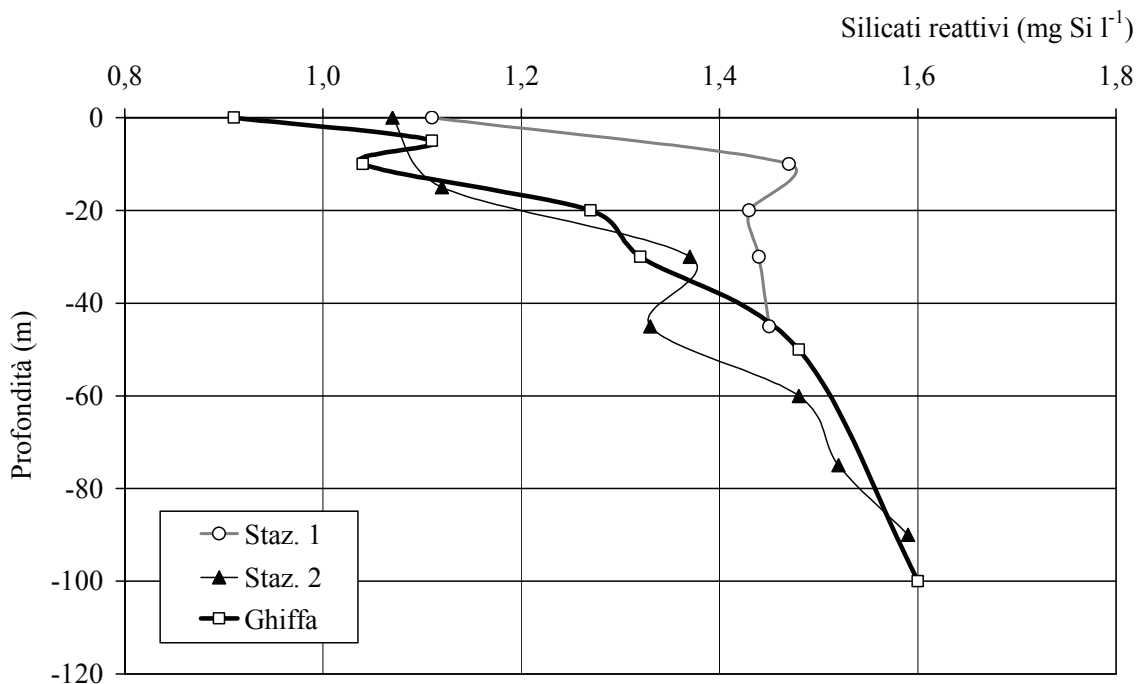


Fig. 12. Distribuzione verticale delle concentrazioni di silicati reattivi nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

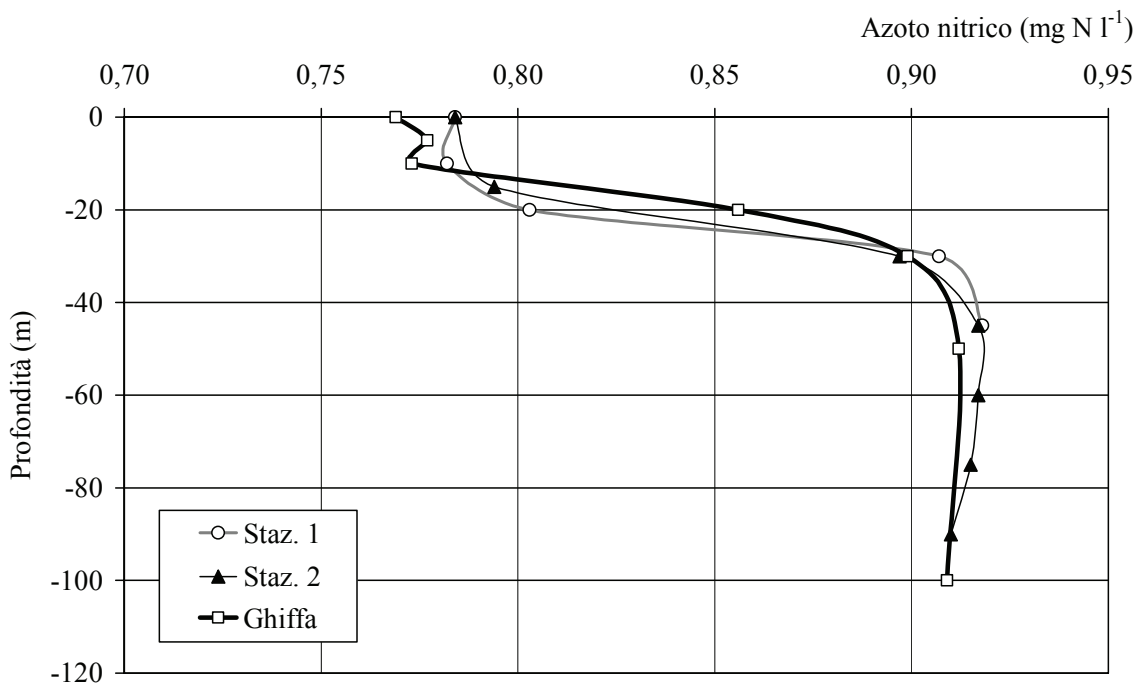


Fig. 13. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto nitrico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

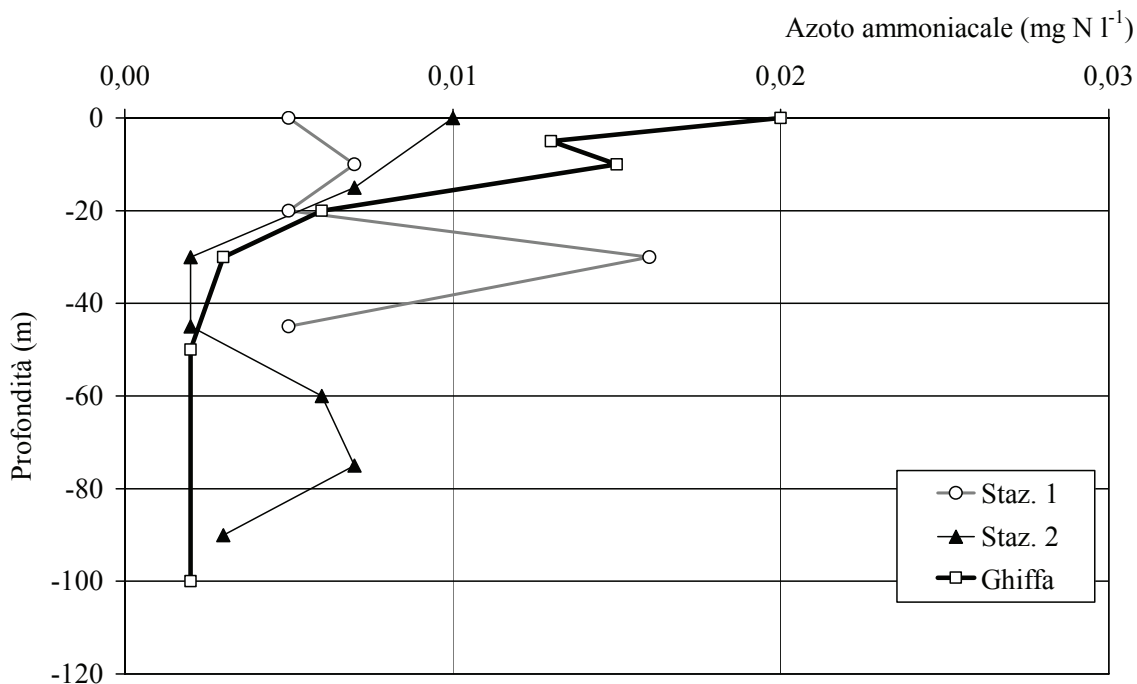


Fig. 14. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto ammoniacale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

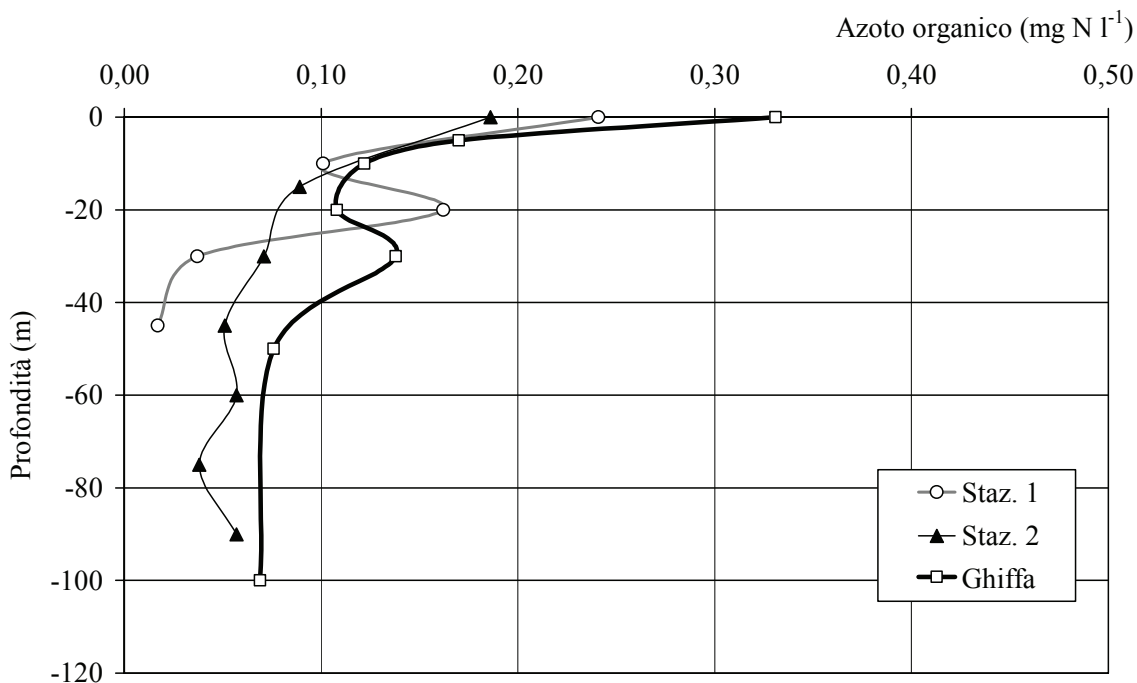


Fig. 15. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto organico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

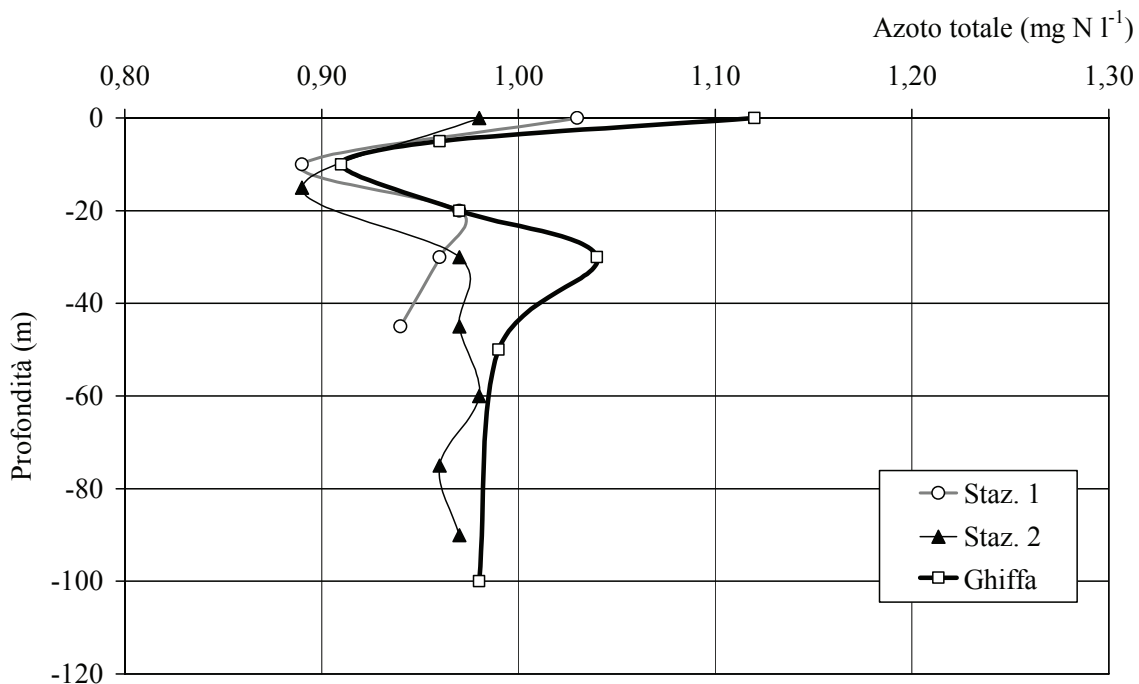


Fig. 16. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

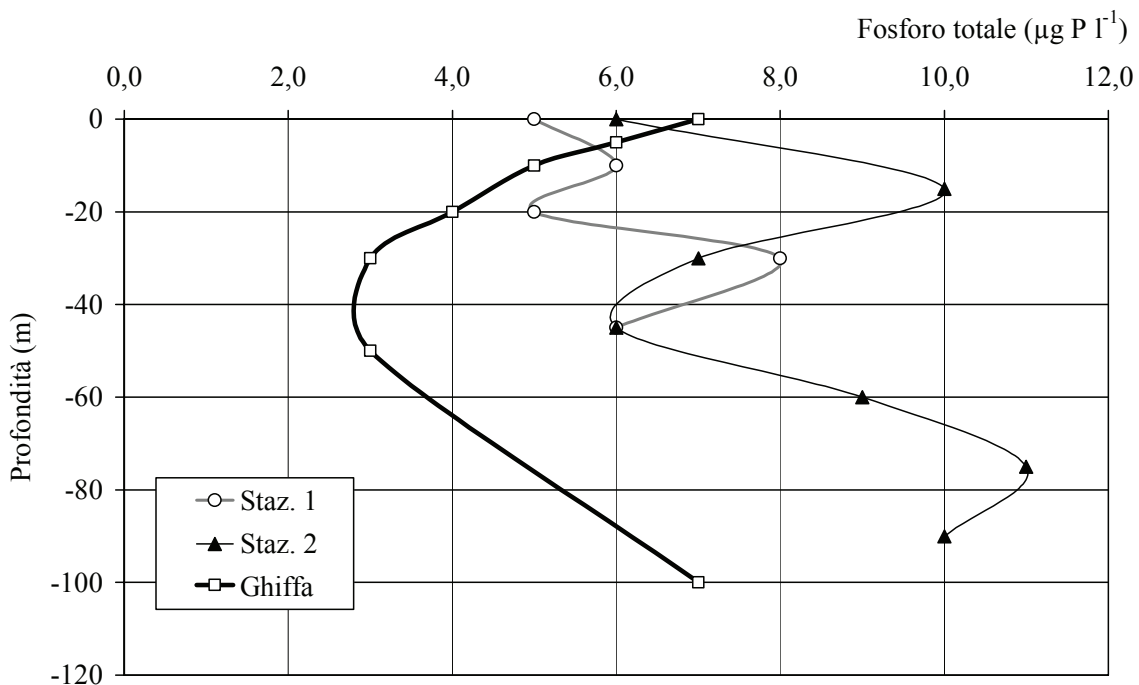


Fig. 17. Distribuzione verticale delle concentrazioni di fosforo totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

POPOLAMENTI PLANCTONICI

FITOPLANCTON

I campionamenti effettuati nel giugno 2009 corrispondono al periodo dell'anno nel quale la temperatura dell'acqua e la radiazione luminosa, entrambe in progressivo aumento verso i valori massimi dell'estate stimolano la crescita dei popolamenti algali.

L'incremento della densità algale osservabile in questo periodo, si riflette solitamente in una diminuzione della trasparenza. Tuttavia, i valori di trasparenza misurati nei due siti (stazione 1 e stazione 2) mostrano una situazione sostanzialmente migliore rispetto all'anno precedente (Fig. 4), che viene ulteriormente confermata attraverso i rispettivi valori di concentrazioni di clorofilla e densità di fitoplancton. La differenza di 0,5 m in meno misurati nella stazione 2 non è da ritenersi significativa, in quanto potrebbe essere affetta da un errore di misura, considerando la soggettività elevata di questa rilevazione e l'influenza che le condizioni di illuminazione hanno sull'osservazione del Disco di Secchi. Il dato relativo alla stazione di Ghiffa non è stato rilevato a causa delle avverse condizioni atmosferiche, che non hanno permesso di effettuare una misura corretta della trasparenza. Tuttavia, la misura della trasparenza ha un limite intrinseco perché non distingue tra torbidità minerale-inorganica e torbidità dovuta alla presenza di organismi, quindi è utile ma non sufficiente per determinare lo stato trofico. Va infatti ricordato che la trasparenza è un dato che fornisce solamente una prima, approssimativa indicazione della quantità di alghe presenti: la mancanza di questa informazione non ha dunque alcuna influenza sulla possibilità di effettuare un corretto confronto tra le stazioni di prelievo, essendo noti i dati sulla abbondanza e biomassa del fitoplancton e sulla concentrazione della clorofilla. Il confronto incrociato di queste informazioni indica che, in questa occasione, il ruolo principale nell'assorbimento della radiazione luminosa è, probabilmente, svolto dai pigmenti algali, la cui concentrazione è praticamente identica nelle stazioni 1 e 2, analogamente alla trasparenza: viceversa, le forti differenze nella densità complessiva delle alghe (Tab. 5) non sembrano avere influito sull'attenuazione della radiazione luminosa, come invece osservato in altre occasioni.

Per quanto riguarda la concentrazione della clorofilla *a*, che fornisce una indicazione complessiva della biomassa fitoplanctonica, in occasione del campionamento di giugno è stata misurata, a Ghiffa, una concentrazione corrispondente a più del doppio di quella misurata nelle altre due Stazioni. Differenze di questo ordine sono state rilevate nel sopralluogo del precedente anno ma con una tendenza opposta e sembrano imputabili, prevalentemente, ad un maggiore sviluppo delle crisoficee nella Stazione di Ghiffa dove infatti il biovolume complessivo di questo gruppo risulta essere più del triplo rispetto a quelli misurati nelle Stazioni 1 e 2. I rispettivi valori di concentrazione della clorofilla *a* e *c* (Tab. 4), quest'ultimi i pigmenti tipici delle crisoficee, confermano questa osservazione.

In linea generale, come già osservato in altre occasioni, le differenze maggiori, in termini di densità algale, tra le stazioni riguardano la frazione indeterminabile del popolamento fitoplanctonico, riunita nella categoria ultraplancton. Ciò nonostante, analogamente al comportamento della clorofilla *a* rispetto all'anno precedente, anche (Tab. 5) la concentrazione dei cianobatteri, nella stazione di Ghiffa, risulta essere doppia rispetto alle stazioni 1 e 2.

Anche a carico degli altri popolamenti si osservano differenze di densità e biovolume (Tab. 5): le più evidenti sono che, in generale, le stazioni 1 e 2 hanno una minore concentrazione di cianobatteri rispetto a Ghiffa. Peraltro, si conferma la sostanziale uniformità nella composizione dei popolamenti per quanto riguarda le specie determinabili e, soprattutto, le specie più importanti.

Se consideriamo in dettaglio la struttura in specie del fitoplancton (Tab. 5), che spesso è più variabile del biovolume o dei numeri totali di cellule, possiamo affermare che, riguardo a questo parametro, le differenze tra le tre stazioni sono minime: sia la ricchezza specifica, che il gruppo di specie dominanti sono comuni tra le tre stazioni.

La maggiore variabilità si osserva a carico dei Cyanobacteria, che mostrano una densità decisamente maggiore a Ghiffa, a fronte, però di un biovolume pressoché uguale tra le altre due stazioni. Questa discrepanza si deve, da un lato, alla maggiore abbondanza di *Cyanobium* sp., specie di piccole dimensioni e, quindi, volume cellulare scarso e, dall'altro, all'assenza dei generi *Planktothrix* ed *Aphanothece* nella stazione di Ghiffa. Per quanto riguarda gli altri gruppi algali, è importante sottolineare la massiccia presenza di *Dinobryon divergens*, la specie più importante in questo campionamento, nella stazione di Ghiffa, a fronte di un valore di molto inferiore nelle stazioni 1 e 2 e pressoché omogeneo tra loro. Altre specie importanti mostrano una densità ed un biovolume maggiore nella stazione di Ghiffa (Tab. 5): tra queste, in particolare, *Fragilaria crotonensis*, *Mallomonas caudata* e *M. zellensis*, mentre altre (*Chrysochromulina parva*, *Uroglena americana*, *Elakatothrix gelatinosa* e i due generi di *Ankyra*) sono più abbondanti nelle stazioni 1 e 2.

Tuttavia, la sostanziale uniformità nella struttura delle comunità algali, rende molto plausibile l'ipotesi secondo cui la settimana di scarto tra il prelievo a Ghiffa e quelli nelle altre stazioni, ha coinciso con un momento cruciale della successione stagionale, durante il quale ha avuto inizio la fase di transizione tra le comunità primaverili e quelle estive. In questi momenti stagionali, è assolutamente normale osservare il graduale declino di alcune specie e l'aumento di altre, pur senza evidenti alterazioni qualitative della composizione del fitoplancton.

Il fatto di ritrovare popolamenti algali con la stessa struttura in tutte e tre le stazioni esaminate è sicuramente indice di una sostanziale uniformità di condizioni chimico-fisiche: infatti, in generale, la struttura di una biocenosi, più che non le differenze nei valori di biomassa o densità, riflette l'esistenza di condizioni ambientali diverse.

La letteratura scientifica attribuisce un significato maggiore a differenze di composizione esistenti all'interno del gruppo delle specie dominanti, cioè quelle specie che, proprio poiché si sviluppano più di altre, possono indicare, se diverse da un sito all'altro, l'esistenza di situazioni ambientali diverse. Come già messo in evidenza nei passati rapporti, la sostanziale omogeneità nella struttura dei popolamenti algali indica che le condizioni dell'ambiente pelagico dei tre siti esaminati non differiscono tra loro in modo significativo, tuttavia, in questo caso, è evidente che lo sviluppo del fitoplancton è stato, in generale, inferiore nella stazione 1. La differenza ha interessato, prevalentemente, l'ultraplancton (alghe non determinabili di piccolissime dimensioni) e *Cyanobium* sp., anche questo organismo dal volume ridotto. La minore abbondanza di questi organismi spiega la maggiore trasparenza misurata nella stazione 1, a fronte, tuttavia, di altri parametri, come la clorofilla e la biomassa totale, che non risultano significativamente diversi rispetto alla stazione 2, a causa, appunto delle scarse dimensioni degli organismi coinvolti. Queste differenze in popolamenti algali,

probabilmente poco importanti dal punto di vista funzionale, confermano l'osservazione che la struttura del fitoplancton è omogenea nelle tre stazioni esaminate.

Tab. 4. Trasparenza misurata con il disco di Secchi e concentrazione di clorofilla *a*, *b*, *c* e feofitina (mg m⁻³), nelle stazioni 1 e 2 dell'areale esaminato e nella stazione di Ghiffa.

| Data | Stazione | Trasparenza m | Metodo LORENZEN | | Metodo U.N.E.S.C.O. | | |
|------------|----------|------------------|-----------------|-----------|---------------------|---------------|---------------|
| | | | Chl. <i>a</i> | Feofitina | Chl. <i>a</i> | Chl. <i>b</i> | Chl. <i>c</i> |
| 16/06/2009 | Staz. 1 | 7,00 | 1,81 | 0,30 | 1,97 | 0,14 | 0,44 |
| 16/06/2009 | Staz. 2 | 6,50 | 1,72 | 0,26 | 1,86 | 0,14 | 0,39 |
| 10/06/2009 | Ghiffa | - | 3,64 | 0,42 | 3,86 | 0,22 | 0,67 |

Tab. 5. Lago Maggiore. Foce del T. San Bernardino. Densità (10³ cell l⁻¹) e biomassa (mm³ m⁻³) delle singole specie di fitoplancton, nelle stazioni 1 e 2 (16/06/09) e di Ghiffa (10/06/09).

| | Staz. 1 densità | Staz. 1 biomassa | Staz. 2 densità | Staz. 2 biomassa | Ghiffa densità | Ghiffa biomassa |
|--|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Ultraplancton | 26421,6 | 10,6 | 40376,0 | 16,2 | 48118,0 | 19,2 |
| <i>Aphanothece minutissima</i> | 360,0 | 0,3 | 640,0 | 0,4 | | |
| <i>A. smithii</i> | 280,0 | 0,1 | | | | |
| <i>Cyanobium</i> sp. | 8428,0 | 4,2 | 13328,0 | 6,7 | 32340,0 | 16,2 |
| <i>Synechococcus</i> sp. | 45,6 | 0,2 | 36,8 | 0,2 | 13,6 | 0,1 |
| <i>Planktothrix rubescens</i> | 200,0 | 12,8 | | | | |
| <i>P. agardhii</i> | 287,2 | 16,7 | 77,0 | 4,5 | | |
| <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> | 40,6 | 3,9 | 88,2 | 8,6 | 37,2 | 3,6 |
| <i>Tychonema bourellyi</i> | 300,0 | 30,3 | 356,6 | 36,0 | 426,0 | 43,0 |
| TOTALE CYANOBACTERIA | 9941,4 | 68,5 | 14526,6 | 56,4 | 32816,8 | 62,9 |
| <i>Cyclotella comensis</i> | 6,0 | 1,9 | 4,8 | 1,5 | 1,2 | 0,4 |
| <i>C. pseudostelligera</i> | 5,2 | 0,2 | 13,2 | 0,4 | | |
| <i>C. ocellata</i> | | | 0,4 | 0,5 | | |
| <i>C. krammeri</i> | 0,8 | 2,4 | 0,8 | 2,4 | 2,4 | 7,1 |
| <i>Rhizosolenia eriensis</i> | 1,2 | 2,3 | 0,8 | 1,5 | | |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> | 158,8 | 132,4 | 196,4 | 163,8 | 375,2 | 312,9 |
| <i>Asterionella formosa</i> | 331,2 | 136,5 | 356,0 | 146,7 | 299,6 | 123,4 |
| <i>Achnanthes minutissima</i> | 2,0 | 0,4 | | | 2,0 | 0,4 |
| TOTALE BACILLARIOPHYCEAE | 505,2 | 276,1 | 572,4 | 316,8 | 680,4 | 444,2 |
| <i>Mallomonas zellensis</i> | 0,4 | 1,6 | 1,0 | 4,1 | 3,2 | 13,0 |
| <i>M. caudata</i> | 12,8 | 78,3 | 13,6 | 83,2 | 26,4 | 161,6 |
| <i>M. akrokomos</i> | 14,0 | 4,5 | 20,0 | 6,5 | 18,4 | 5,9 |
| <i>Chrysochromulina parva</i> | 576,4 | 29,2 | 521,2 | 26,4 | 131,6 | 6,7 |
| <i>Chrysamoeba</i> sp. | 14,0 | 1,9 | 14,0 | 1,9 | | |
| <i>Dinobryon divergens</i> | 66,0 | 26,2 | 48,4 | 19,2 | 755,2 | 299,8 |
| <i>D. divergens</i> v. <i>schauinslandii</i> | 3,6 | 1,0 | | | 15,6 | 4,5 |
| <i>Uroglena americana</i> | 43,6 | 2,6 | 117,6 | 7,1 | 19,6 | 1,2 |
| Cfr. <i>Ochromonas</i> sp. | 14,8 | 0,1 | 14,4 | 0,1 | 7,2 | 0,1 |
| TOTALE CHRYSOPHYCEAE | 745,6 | 145,4 | 750,2 | 148,5 | 977,2 | 492,8 |
| <i>Katablepharis ovalis</i> | 31,6 | 6,2 | 40,0 | 7,8 | 18,8 | 3,7 |
| <i>Plagioselmis nannoplanctica</i> | 374,8 | 34,1 | 354,8 | 32,3 | 265,2 | 24,1 |
| <i>Rhodomonas minuta</i> | 5,2 | 0,9 | 4,4 | 0,7 | 5,6 | 0,9 |
| <i>Cryptomonas erosa</i> | 11,6 | 20,9 | 10,0 | 18,0 | 12,0 | 21,6 |
| <i>C. erosa</i> v. <i>reflexa</i> | 2,0 | 1,4 | 0,4 | 0,3 | 1,6 | 1,1 |
| <i>C. ovata</i> | 3,6 | 7,6 | 2,0 | 4,2 | 1,2 | 2,5 |
| <i>Cryptomonas</i> sp. | 3,2 | 7,4 | 4,4 | 10,2 | 4,8 | 11,1 |
| TOTALE CRYPTOPHYCEAE | 432,0 | 78,5 | 416,0 | 73,5 | 309,2 | 65,0 |

Tab. 5. Segue.

| | Staz. 1 densità | Staz. 1 biomassa | Staz. 2 densità | Staz. 2 biomassa | Ghiffa densità | Ghiffa biomassa |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| <i>Gymnodinium helveticum</i> | | | | | 0,4 | 4,0 |
| <i>G. uberrimum</i> | | | 0,4 | 3,9 | | |
| <i>Peridinium willei</i> | 0,4 | 17,9 | | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | 2,0 | 144,6 | 0,4 | 28,9 | 0,4 | 28,9 |
| TOTALE DINOPHYCEAE | 2,4 | 162,5 | 0,8 | 32,8 | 0,8 | 32,9 |
| <i>Carteria</i> sp. | 5,6 | 7,0 | 1,6 | 2,0 | 4,8 | 6,0 |
| <i>Sphaerocystis schröteri</i> | 94,4 | 15,3 | 92,8 | 15,0 | 118,4 | 19,2 |
| <i>Paulschulzia pseudovolvox</i> | | | 6,4 | 1,4 | | |
| <i>Elakatothrix gelatinosa</i> | 1,6 | 0,3 | 5,6 | 1,1 | 2,4 | 0,5 |
| <i>Ankyra lanceolata</i> | 48,4 | 2,2 | 48,0 | 2,2 | 14,4 | 0,6 |
| <i>A. judayi</i> | 38,4 | 1,8 | 36,4 | 1,7 | 10,4 | 0,5 |
| <i>Closterium aciculare</i> | 0,4 | 2,3 | | | | |
| <i>Cosmarium depressum</i> | 0,4 | 9,6 | | | 0,4 | 9,6 |
| <i>Staurastrum pingue</i> | 0,8 | 7,9 | | | 0,6 | 6,0 |
| TOTALE CHLOROPHYTA | 190,0 | 46,4 | 190,8 | 23,4 | 151,4 | 42,4 |
| TOTALE GENERALE | 38238,2 | 788,0 | 56832,8 | 667,6 | 83053,8 | 1159,4 |

ZOOPLANCTON

ZOOPLANCTON

In tabella 6 sono riportati i dati relativi alle densità di popolazione dello zooplancton rilevate nelle due stazioni del lago situate su fondali a 50 e a 100 m dalla riva (Staz. 1 e Staz. 2, rispettivamente), e in quella di riferimento, in zona pelagica (Ghiffa).

Tab. 6. Composizione tassonomica e densità di popolazione dello zooplancton nelle due stazioni dell'areale rivierasco (16/06/09) e nella stazione pelagica di Ghiffa (08/06/09).

| Lago Maggiore | | St. 1 | St. 2 | Ghiffa |
|--|------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 16/06/2009 | 16/06/2009 | 08/06/2009 |
| <i>Eudiaptomus</i> spp. | adulti | 2247 | 2383 | 1454 |
| <i>Cyclops abyssorum</i> | adulti | 94 | 255 | 74 |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i> | adulti | 27 | 27 | 18 |
| <i>Megacyclops viridis</i> | adulti | 34 | 7 | 0 |
| Calanoida | copepoditi | 4409 | 5926 | 7305 |
| | nauplii | 4128 | 4819 | 3707 |
| Cyclopoida | copepoditi | 537 | 1208 | 812 |
| | nauplii | 1336 | 1134 | 735 |
| Totale Copepodi | | 12811 | 15759 | 14105 |
| <i>Daphnia hyalina-galeata</i> | | 1430 | 1577 | 7979 |
| <i>Eubosmina longispina-coregoni</i> | | 1087 | 752 | 360 |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> | | 87 | 255 | 69 |
| <i>Leptodora kindtii</i> | | 60 | 81 | 14 |
| <i>Bythotrephes longimanus</i> | | 7 | 13 | 18 |
| Totale Cladoceri | | 2671 | 2678 | 8440 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | | 81 | 47 | 250 |
| <i>Keratella cochlearis</i> | | 383 | 812 | 2057 |
| <i>Keratella quadrata</i> | | 450 | 383 | 665 |
| <i>Synchaeta oblonga</i> | | 295 | 416 | 269 |
| <i>Synchaeta tremula</i> | | 101 | 107 | 169 |
| <i>Trichocerca porcellus</i> | | 40 | 20 | 408 |
| <i>Ploesoma truncatum</i> | | 34 | 67 | 19 |
| <i>Ploesoma hudsoni</i> | | 81 | 27 | 46 |
| <i>Polyarthra vulgaris- dolichoptera</i> | | 161 | 195 | 558 |
| <i>Polyarthra maior</i> | | 7 | 13 | 42 |
| <i>Kellicottia longispina</i> | | 1852 | 1738 | 2500 |
| <i>Filinia longiseta</i> | | 221 | 188 | 62 |
| <i>Conochilus unicornis- hippocrepis</i> | tot. ind. | 4665 | 6349 | 5476 |
| <i>Euchlanis dilatata</i> | | 7 | 7 | 8 |
| <i>Pompholyx sulcata</i> | | 114 | 0 | 58 |
| <i>Notholca acuminata-labis</i> | | 597 | 503 | 631 |
| <i>Gastropus stylifer</i> | | 7 | 7 | 0 |
| <i>Collotheca</i> sp. | | 0 | 0 | 8 |
| Totale Rotiferi | | 11766 | 13557 | 21665 |
| Totale popolamento | | 24576 | 24464 | 35766 |

Nel complesso, struttura e densità di popolazione totale del popolamento a Copepodi risulta simile nelle tre stazioni, a differenza di quanto osservato nel giugno del 2008, quando l'abbondanza numerica era maggiore nelle stazioni rivierasche. Da rilevare la presenza di *Eudiaptomus gracilis* in aggiunta a *E. padanus*, specie di gran lunga più abbondante.

Cladoceri e Rotiferi sono nel complesso più abbondanti nella stazione pelagica di Ghiffa (Fig. 18).

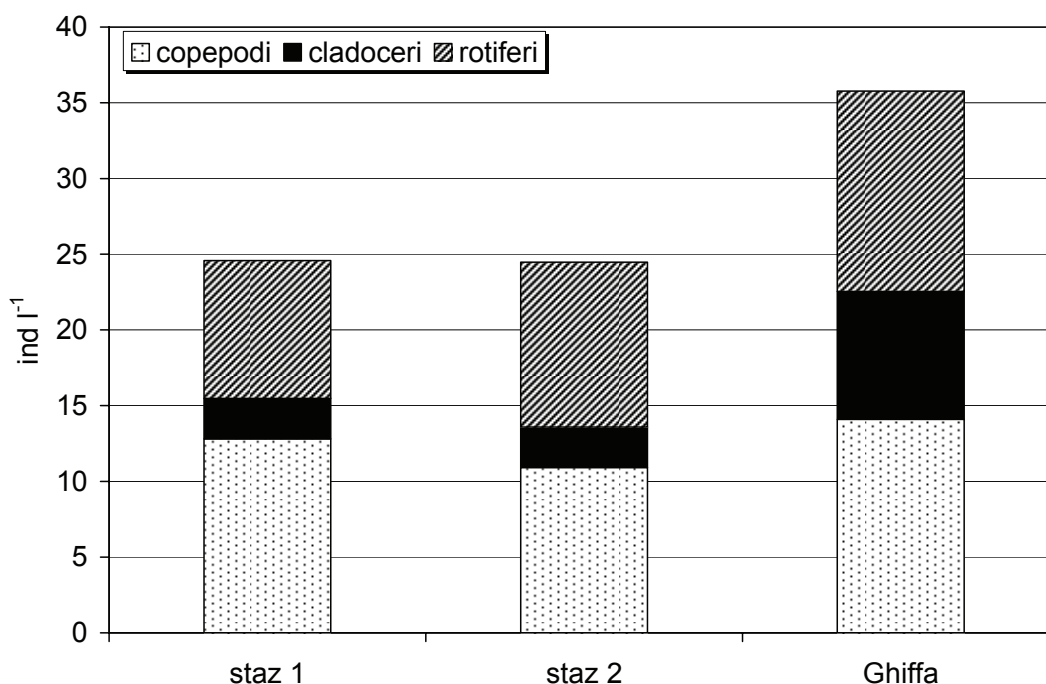


Fig. 18. Struttura del popolamento zooplanctonico nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevata nel giugno del 2009.

Tra i primi predomina *Daphnia*, ed in particolare *D. galeata*, più abbondante nella stazione pelagica che non in quelle più prossime alla riva. Al contrario, il contributo di *Bosmina* (prevalentemente *Eubosmina longispina-coregoni*), alla densità di popolazione totale dei Cladoceri tende a decrescere dalle stazioni più rivierasche a quella pelagica. Tale dato, tra le altre cose, conferma quanto osservato relativamente al quinquennio 2003-2007 (Manca *et al.*, 2008), ed in particolare, la tendenza al ritorno delle specie di *Bosmina*, per lungo tempo divenute una componente effimera del plancton del lago (Manca, 2004). Similmente, e prevedibilmente, *Diaphanosoma brachyurum* risulta più abbondante in zona più rivierasca, ed in particolar modo nella stazione 2 (Fig. 19).

A differenza di quanto rilevato nel giugno 2008, il popolamento a Rotiferi risulta abbastanza omogeneo nelle tre stazioni, ove è composto da sei taxa principali (Fig. 20), sebbene i valori numerici di abbondanza tendano ad essere leggermente più elevati nella stazione pelagica di Ghiffa (Tab. 6).

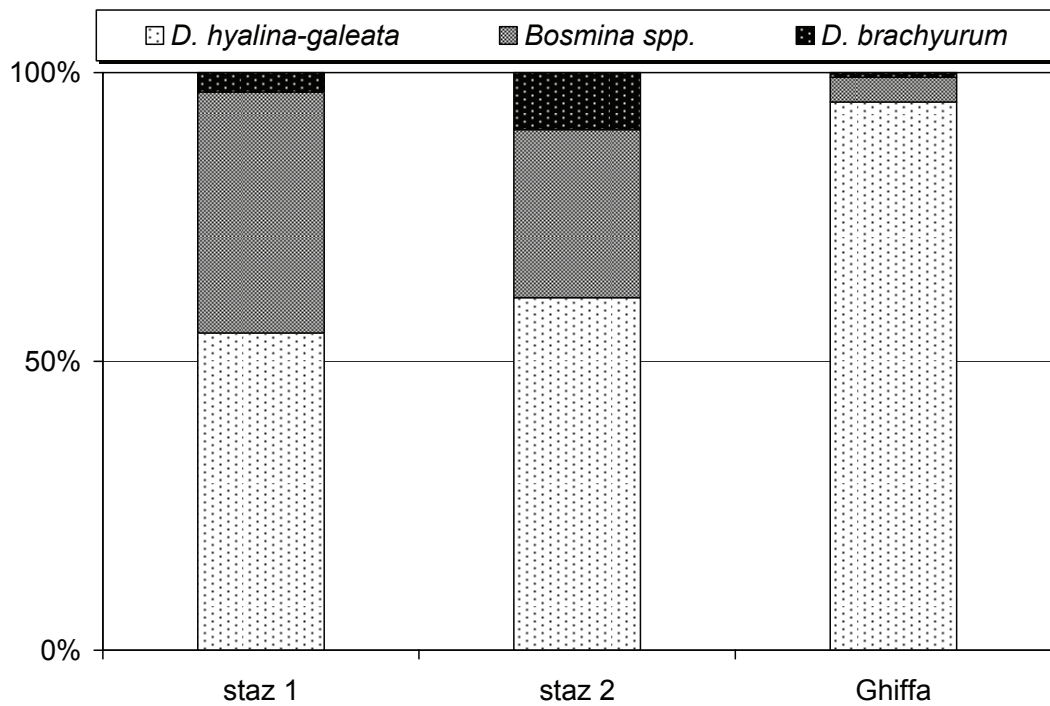


Fig. 19. Struttura del popolamento a Cladoceri (esclusi i predatori *Leptodora kindtii* e *Bythotrephes longimanus*) nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevato nel giugno del 2009.

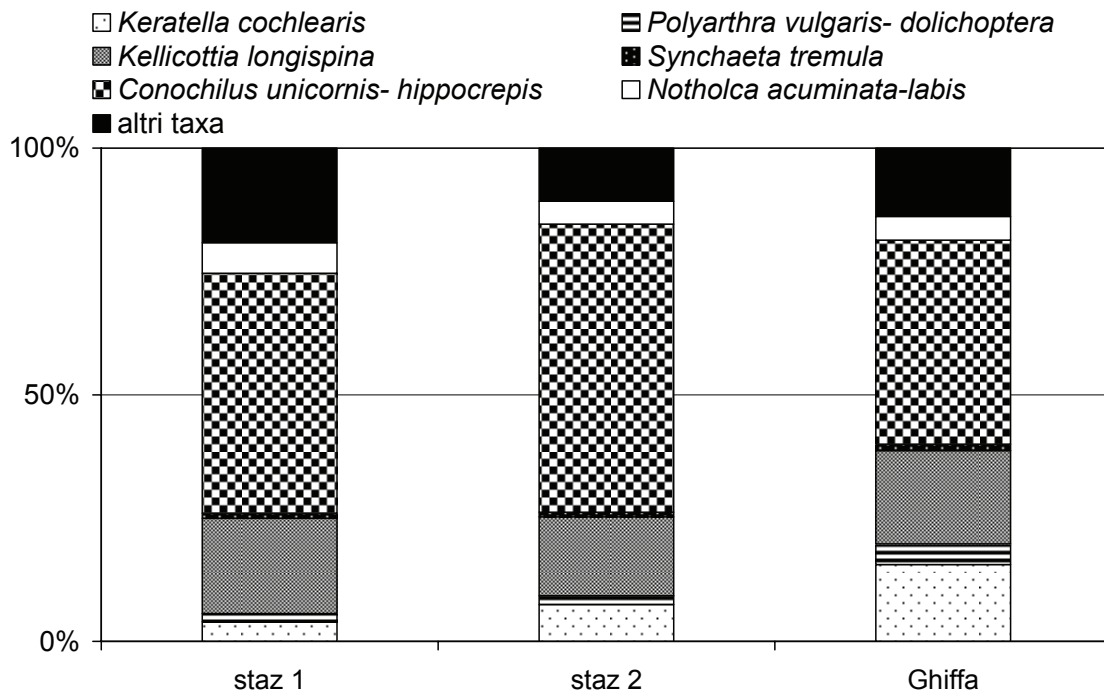


Fig. 20. Struttura del popolamento a Rotiferi nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevato nel giugno del 2009.

In quest'ultima si osserva una certa qual tendenza verso specie a corpo allungato, tipiche di acque profonde, quali *Kellicottia longispina* e *Notholca acuminata labis*, mentre nelle stazioni più rivierasche sono lievemente più rappresentate *Polyarthra vulgaris-dolichoptera* e *Keratella cochlearis*. In tutte e tre le stazioni, la componente numericamente dominante (Tab. 6) è costituita dagli individui organizzati in forma di vita coloniale (*Conochilus unicornis-hippocrepis* gruppo). Questi ultimi possono dar luogo a vere e proprie esplosioni numeriche, essendo capaci di formare colonie formate da un numero d'individui molto ragguardevole, e con diametro superiore al millimetro (Manca & Sonvico, 1996).

Bibliografia

- Manca, M. 2004. Considerazioni generali sull'evoluzione a lungo termine dei popolamenti planctonici. Zooplankton. In: C.N.R.-I.S.E. Sezione di Idrobiologia ed Ecologia delle Acque Interne. *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 1998-2002*. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 134-136.
- Manca, M. & D. Sonvico. 1996. Seasonal variations in population density and size structure of *Conochilus* in Lago Maggiore: a biannual study. *Mem. Ist. Ital. Idobiol.*, 54: 97-108.
- Manca, M., A. Visconti & R. de Bernardi. 2008. Popolamenti planctonici. Indagini sullo zooplankton. In: C.N.R.-I.S.E. Sezione di Idrobiologia ed Ecologia delle Acque Interne. *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 2003-2007. Campagna 2007 e Rapporto quinquennale 2003-2007*. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 60-66.