



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

R E P O R T

CNR-ISE, 01.08

INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO (SOPRALLUOGO DEL 4 GIUGNO 2008)

V. Ambrosetti, A. Calderoni, M. Manca, G. Morabito, M. Rogora & A. Visconti
M. Contesini, P. Giacomotti, P. Panzani, A. Pranzo, G. Tartari & S. Vanetti

2008

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 4 GIUGNO 2008)

PREMESSA

Il giorno 4 giugno 2008 è stato eseguito un sopralluogo nell'area lacustre antistante la foce del Torrente San Bernardino, in due diverse stazioni di campionamento, già oggetto di indagine negli anni precedenti (Fig. 1): la prima è collocata su un fondale di circa 50 metri ed 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 nei due punti è quello di cogliere eventuali alterazioni delle caratteristiche termiche, chimiche e biologiche 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.

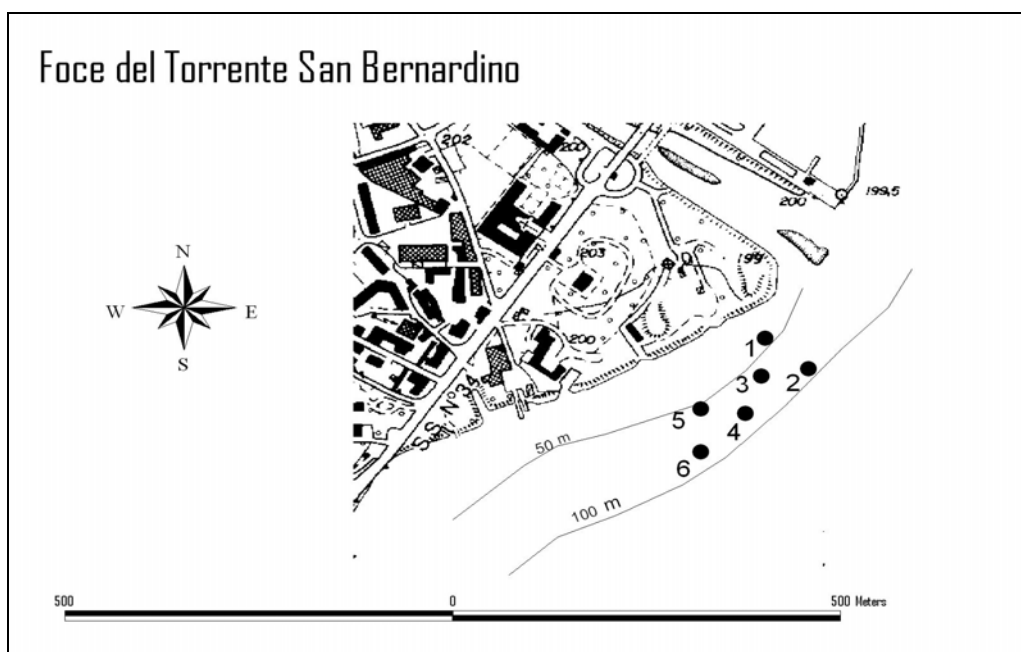


Fig. 1. Stazioni di campionamento situati nella zona interessata dallo scarico.

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 (3 giugno per le caratteristiche chimiche e per le temperature; 10 e 3 giugno rispettivamente per indagini su fitoplancton e zooplancton) e alle caratteristiche delle acque tributarie del Torrente San Bernardino (campionamento del 10 giugno).

TERMICA LACUSTRE

Il 4 giugno 2008 si è proceduto, in concomitanza con i prelievi di acqua per analisi chimiche e biologiche, ad una campagna di misure termometriche nell'area lacustre antistante la Foce del Torrente San Bernardino. Si sono rilevati, mediante termometro a rovesciamento gli andamenti termici verticali nelle stazioni 1 e 2 e con una sonda multiparametrica quelli nelle stazioni 3-6, tutte situate ad una distanza tra 100 e 200 metri dalla riva e ad una profondità del fondale compresa tra 45 e 110 m (Fig. 1).

I profili termici verticali misurati con termometro a rovesciamento nelle stazioni 1 e 2 il 4 giugno 2008 e nel giorno precedente a Ghiffa sono riportate in figura 2. Essi indicano che le acque pelagiche sono più fredde di quelle dell'areale in studio, anche se entrambe sono di circa 2 °C al di sotto della media pluriennale 1963-2007. Ciò rientra nella norma di questa fase stagionale in quanto le zone rivierasche, a causa della loro minore profondità ed alla vicinanza della costa si riscaldano più rapidamente all'inizio dell'estate, così come si raffreddano più velocemente con l'autunno. L'andamento verticale nelle tre stazioni è del tutto simile ed evidenzia un epilimnio in via di formazione sino a -5 metri a Ghiffa mentre è più definito nella zona litorale che giunge a 7-10 m di profondità.

L'esame delle strutture termiche mette in evidenza che con l'avvicinamento verso riva le acque del lago sono in superficie sensibilmente più calde. Infatti a -10 m la temperatura della stazione 1 supera di circa 1 °C quella della stazione 2 e di ben 3,5 °C quella di Ghiffa mentre alla profondità di -20 m la temperatura al largo è di -1,5 °C rispetto a quelle rivierasche. Queste differenze sono dovute alle componenti energetiche del bilancio termico, anche perché l'afflusso al lago attraverso il San Bernardino le cui acque a 13,6 °C non hanno portato nei primi 15 metri un raffreddamento come risulta dai rilievi termici. Questo aumento di temperatura non è neppure imputabile alla diffusione termica dello scarico Acetati, situato a circa 50 metri di profondità che ha una temperatura intorno ai 25 °C: infatti tutti gli andamenti termici verticali alla suddetta profondità rilevano un raffreddamento rispetto al corrispondente profilo di Ghiffa. (Fig. 2 e 3). La conferma del riscaldamento superficiale è visibile anche in figura 3 dove sono rappresentati i profili dei rilevamenti termici effettuati in altre quattro stazioni lungo la costa che indicano una omogeneità di tutta la zona litorale con temperature molto al di sopra di quelle pelagiche.

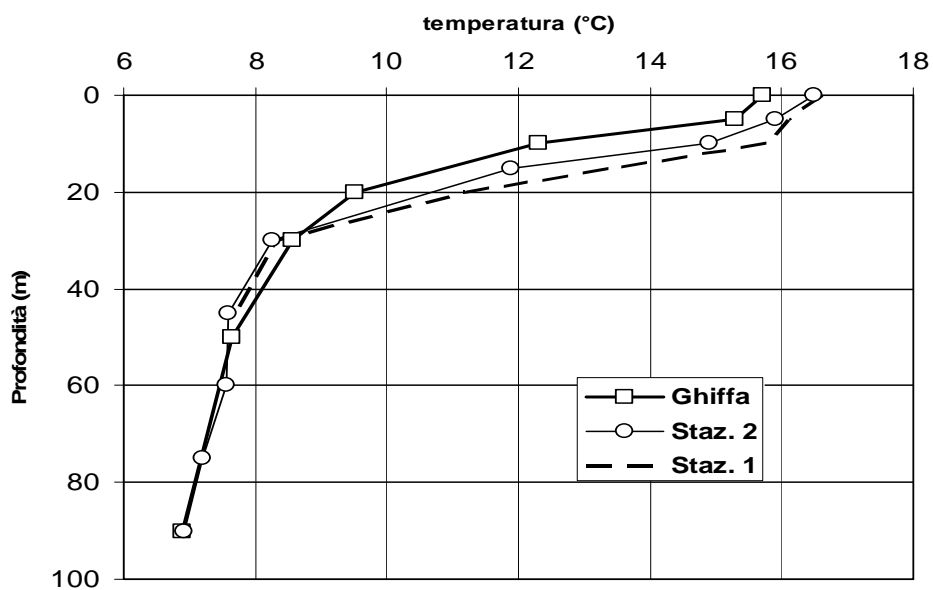


Fig. 2. Profili termici verticali (valori misurati con termometro a rovesciamento) nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione pelagica di Ghiffa.

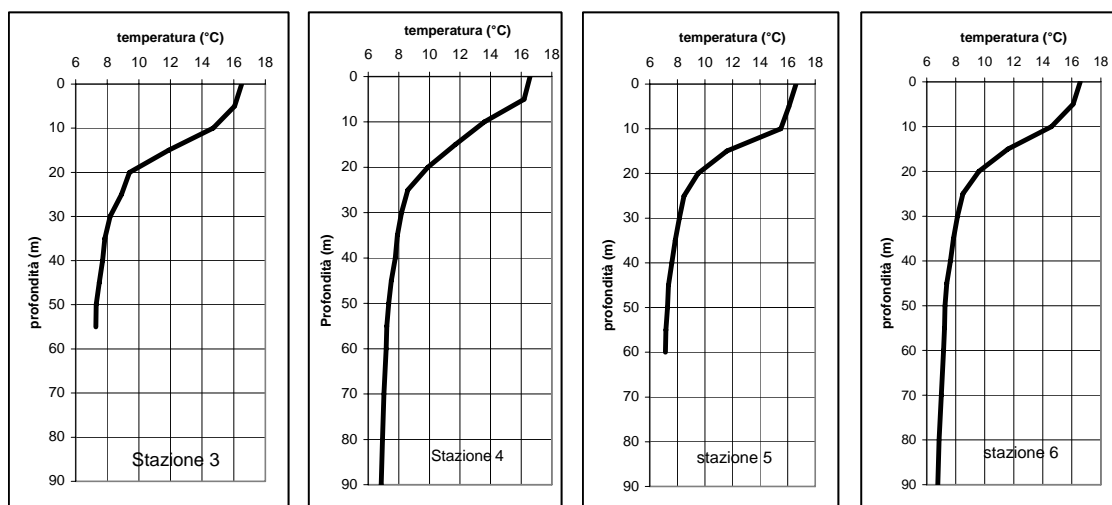


Fig. 3. Profili termici verticali (misurati con sonda multiparametrica) nelle stazioni litorali 3, 4, 5, 6 di figura 1.

ANALISI CHIMICHE

In tabella 1 sono riportati i risultati dei campionamenti eseguiti nella stazione 1, su fondale di 50 metri, ed alla foce del Torrente San Bernardino, mentre la tabella 2 è relativa ai prelievi effettuati nella stazione 2, su fondale di 100 metri, a circa 200 metri dalla riva. La tabella 3 infine riporta i valori misurati nella stazione di Ghiffa, a centro lago, nello strato d'acqua compreso tra la superficie ed i 100 m di profondità.

Come negli anni passati, le acque del Torrente San Bernardino nel punto di immissione a lago non hanno presentato caratteristiche tali da denotare la presenza lungo il corso d'acqua di scarichi urbani o altre fonti di contaminazione (Tab. 1). Infatti l'azoto ammoniacale ed organico è pressoché assente, ed il fosforo sia reattivo che totale mostra concentrazioni estremamente basse (rispettivamente 3 e 4 $\mu\text{g P l}^{-1}$). Anche i valori di pH (7,46 unità), alcalinità totale (0,24 meq l^{-1}), conducibilità (42 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 20 °C) e delle altre variabili misurate sono quelle caratteristiche dell'idrochimica di base di un torrente il cui bacino imbrifero è impostato prevalentemente in rocce ignee.

Il confronto tra le due stazioni rivierasche interessate dallo scarico e la zona pelagica del lago (stazione di Ghiffa) è presentato nelle figure 4-19, che mostrano la distribuzione verticale di pH, saturazione di ossigeno, conducibilità a 20 °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.

Per quanto riguarda i valori di pH e della saturazione di ossigeno nella zona in esame, i dati non evidenziano differenze sostanziali tra gli andamenti nelle stazioni 1 e 2 e in quella pelagica di Ghiffa (Tabb 1-3 e Fig. 5 e 6). In quest'ultima si osserva una diminuzione dei valori di pH alla profondità di 10 m (7,2 unità) e della saturazione di ossigeno a 20 m (108 %), verosimilmente a causa dei processi di degradazione della sostanza organica in via di sedimentazione. Nella zona interessata dallo scarico la sintesi algale non appare influenzata né da quest'ultimo, né dalle acque tributarie del San Bernardino. L'assenza di consumi aggiuntivi di ossigeno alle profondità potenzialmente interessate dallo scarico dimostra infatti come il carico organico di origine alloctona non sia tale da influenzare i processi di demolizione della sostanza organica autoctona che avvengono in ipolimnio. I tenori di ossigeno in entrambe le stazioni si sono sempre mantenuti al di sopra del 70 % come percentuale di saturazione. I valori di pH sono risultati compresi tra 8,6 unità in superficie e 7,4 in ipolimnio, valori del tutto analoghi a quelli di Ghiffa (Fig. 5).

Anche le variabili strettamente connesse con l'idrochimica di base (conducibilità, alcalinità totale, solfati, calcio, magnesio, sodio, potassio e cloruri) hanno presentato valori simili nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica. La maggior parte delle variabili mostra un profilo simile, con una diminuzione accentuata dei valori alla profondità di 10 m, soprattutto per quanto riguarda la stazione 1, più vicina a riva. Tale profilo è quello tipico di questa fase stagionale, con un epilimnio in formazione tra i 7 ed i 10 m di profondità. Come evidenziato nel paragrafo relativo alle indagini termiche, la zona rivierasca in particolare si riscalda più rapidamente ad inizio estate, e questo può spiegare la stratificazione più accentuata che si osserva per alcune variabili chimiche rispetto alla zona pelagica: ad esempio la conducibilità scende a 144 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 10 e 15 m di profondità rispettivamente nelle stazioni 1 e 2, rispetto ai 155 $\mu\text{S cm}^{-1}$ misurati a Ghiffa a -10 m (Fig. 6), mentre l'alcalinità mostra una diminuzione evidente solo nella

stazione 2, alla profondità di 10 m ($0,78 \text{ meq l}^{-1}$, rispetto a $0,83\text{-}0,86 \text{ meq l}^{-1}$ rispettivamente nella stazione 1 e a Griffa; Fig. 7).

Una parziale eccezione all'andamento sopra descritto è rappresentato dai cloruri, per i quali si osserva un lieve incremento delle concentrazioni a 15 m di profondità nella stazione 2 (Fig. 13). I valori raggiunti ($3,8 \text{ mg l}^{-1}$, rispetto a $3,2\text{-}3,3 \text{ mg l}^{-1}$ nelle altre stazioni di campionamento) non sono comunque tali da destare preoccupazione in quanto rientrano nella normale variabilità stagionale, e non corrispondono tra l'altro alla profondità interessata dallo scarico, situato a circa 50 m.

I silicati presentano un profilo pressoché identico nelle tre stazioni (Fig. 14), con valori prossimi a zero in superficie, a causa del consumo da parte delle fioriture di diatomee, e massimi di circa $1,6 \text{ mg Si l}^{-1}$ a 90-100 m di profondità.

Le stazioni interessate dallo scarico non hanno presentano differenze rilevanti rispetto a centro lago nemmeno per quanto riguarda i composti di azoto e fosforo (Figg 15-19). L'azoto nitrico presentava un massimo di $0,91 \text{ mg N l}^{-1}$ nella stazione 2 a 60 m di profondità, valore analogo a quello misurato a Ghiffa a 50 m ($0,90 \text{ mg N l}^{-1}$). Le concentrazioni di azoto ammoniacale sono risultate molto basse in tutti e tre i punti di campionamento, comunque inferiori a $0,02 \text{ mg N l}^{-1}$. Concentrazioni leggermente più elevate nelle stazioni interessate dallo scarico sono state riscontrate nelle acque superficiali per azoto organico e totale ($0,37\text{-}0,38 \text{ mg N l}^{-1}$ e $1,14\text{-}1,17 \text{ mg N l}^{-1}$ rispettivamente, rispetto a $0,21$ e $1,02 \text{ mg N l}^{-1}$ a Griffa; Fig. 17 e 18). Tali valori rientrano comunque negli ambiti di variazione rilevati normalmente in momenti stagionali diversi o in altre zone del lago, e non sono quindi tali da indicare una compromissione della qualità delle acque nella zona rivierasca. Alla stessa conclusione conducono le concentrazioni di fosforo totale, che presentano nelle stazioni 1 e 2 valori leggermente più elevati rispetto a quelle della stazione pelagica (Fig. 19) ma comunque inferiori a $10 \text{ } \mu\text{g P l}^{-1}$ e non tali da indicare effetti della presenza dello scarico.

Tab. 1 - Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 1 il 4 giugno 2008, nonché alla foce del Torrente San Bernardino il 10 giugno 2008.

		0 m	-10 m	-20 m	-30 m	-45 m	Foce San Bernardino
Temperatura	°C	16,6	16,0	11,2	8,3	7,7	14,0
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	11,3	10,9	10,6	10,2	9,8	-
Saturazione ossigeno	%	118	113	99	89	84	-
pH		8,62	8,60	7,84	7,60	7,55	7,46
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0,96	0,90	0,83	0,84	0,83	0,24
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	153	144	153	158	158	42
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0,78	0,78	0,81	0,86	0,86	0,70
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0,79	0,78	0,82	0,86	0,86	0,70
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0,38	0,21	0,18	0,15	0,17	0,01
Azoto totale	mg N l ⁻¹	1,17	0,99	1,00	1,01	1,03	0,71
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	3	4	4	3	2	3
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	10	10	9	6	8	4
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0,0	0,3	0,7	1,1	1,2	2,8
Calcio	mg Ca l ⁻¹	22,2	21,0	22,5	23,3	23,1	5,7
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	4,3	4,0	3,8	3,8	3,8	1,0
Sodio	mg Na l ⁻¹	3,4	3,2	3,4	3,5	3,4	1,2
Potassio	mg K l ⁻¹	1,4	1,4	1,5	1,6	1,5	0,6
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	24,1	22,9	29,4	31,3	31,1	4,9
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3,4	3,2	3,1	3,1	3,1	0,6

Tab. 2. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 2 il 4 giugno 2008.

		0 m	-15 m	-30 m	-45 m	-60 m	-75 m	-90 m
Temperatura	°C	16,5	11,9	8,3	7,6	7,6	7,2	6,9
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	11,3	10,8	10,1	10,0	9,3	9,3	8,5
Saturazione ossigeno	%	118	103	87	85	80	79	72
pH		8,58	7,99	7,61	7,57	7,45	7,41	7,36
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0,93	0,78	0,83	0,83	0,83	0,87	0,82
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	150	144	155	156	157	155	155
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0,77	0,77	0,85	0,85	0,91	0,88	0,86
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0,77	0,78	0,85	0,85	0,91	0,88	0,86
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0,37	0,33	0,24	0,13	0,13	0,10	0,14
Azoto totale	mg N l ⁻¹	1,14	1,11	1,09	0,98	1,04	0,98	0,99
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	3	3	3	5	2	5	6
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	11	9	5	5	9	7	9
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0,1	0,6	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7
Calcio	mg Ca l ⁻¹	21,7	21,1	22,9	22,8	23,3	23,0	23,0
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	4,2	3,6	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Sodio	mg Na l ⁻¹	3,3	2,9	3,2	3,2	3,3	3,1	3,0
Potassio	mg K l ⁻¹	1,4	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	23,8	27,5	30,6	30,7	32,4	31,3	30,5
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3,3	3,8	3,0	3,0	3,1	2,9	2,7

Tab. 3. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione di Ghiffa il 3 giugno 2008.

		0 m	-5 m	-10 m	-20 m	-30 m	-50 m	-100 m
Temperatura	°C	15,7	15,3	12,3	9,5	8,6	7,7	6,9
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	11,2	11,3	11,3	10,7	7,7	8,4	10,0
Saturazione ossigeno	%	115	115	108	96	68	72	84
pH		8,70	8,70	7,17	7,81	7,63	7,53	7,34
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0,98	0,99	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	155	154	151	156	157	156	154
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0,79	0,78	0,82	0,82	0,85	0,90	0,87
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0,81	0,78	0,83	0,84	0,85	0,90	0,87
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0,21	0,18	0,12	0,15	0,10	0,09	0,06
Azoto totale	mg N l ⁻¹	1,02	0,96	0,94	0,99	0,95	0,99	0,93
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	3	4	3	3	2	3	6
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	10	9	7	5	3	3	7
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,2	1,6
Calcio	mg Ca l ⁻¹	22,6	22,6	22,2	23,1	23,3	23,1	23,1
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	4,4	4,4	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8
Sodio	mg Na l ⁻¹	3,4	3,4	3,2	3,3	3,4	3,2	3,0
Potassio	mg K l ⁻¹	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	24,7	24,2	28,3	30,5	30,8	31,8	31,1
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3,5	3,4	3,3	3,2	3,0	3,1	2,8

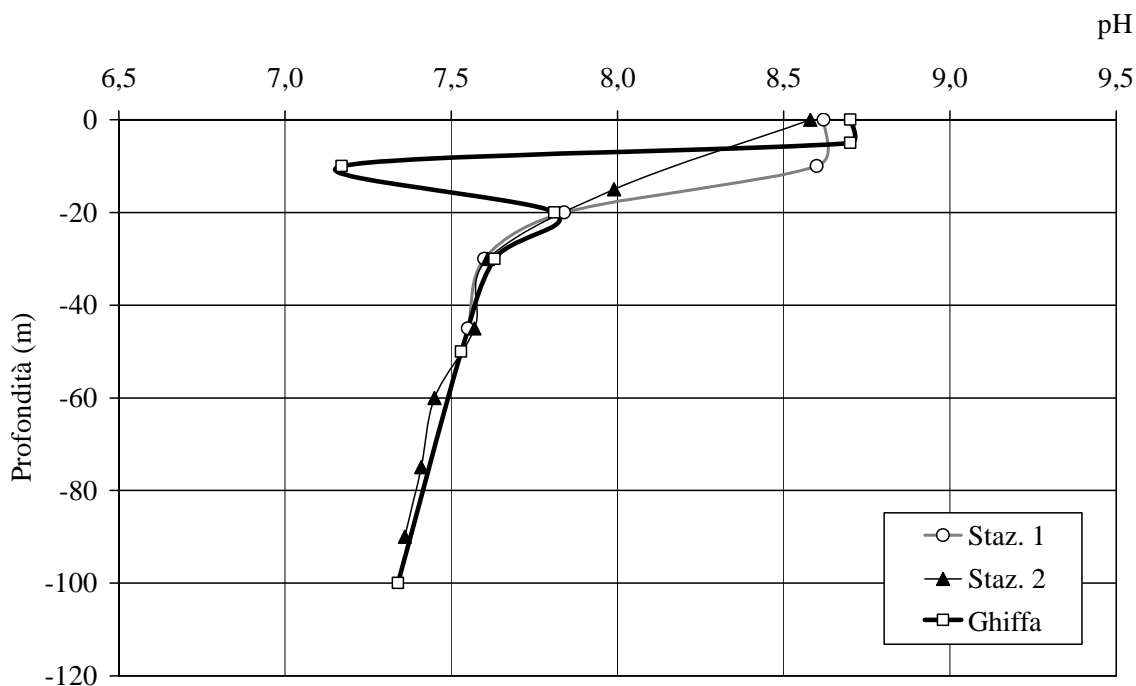


Fig. 4. Distribuzione verticale dei valori di pH nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

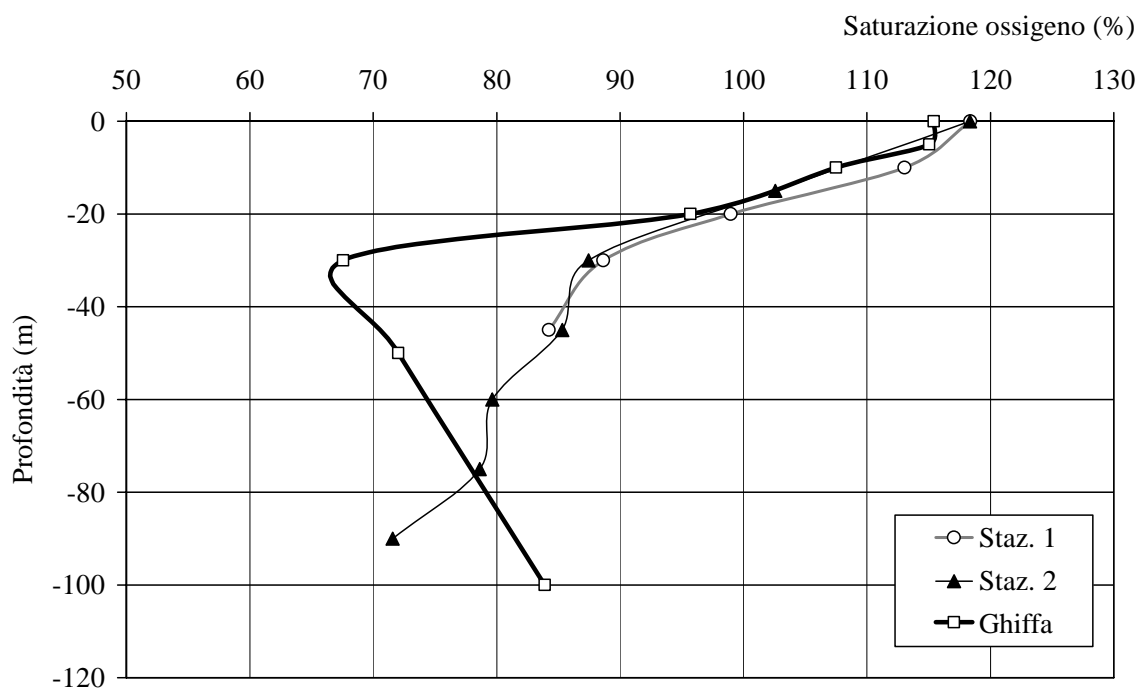


Fig. 5. Distribuzione verticale dei valori di saturazione di ossigeno nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

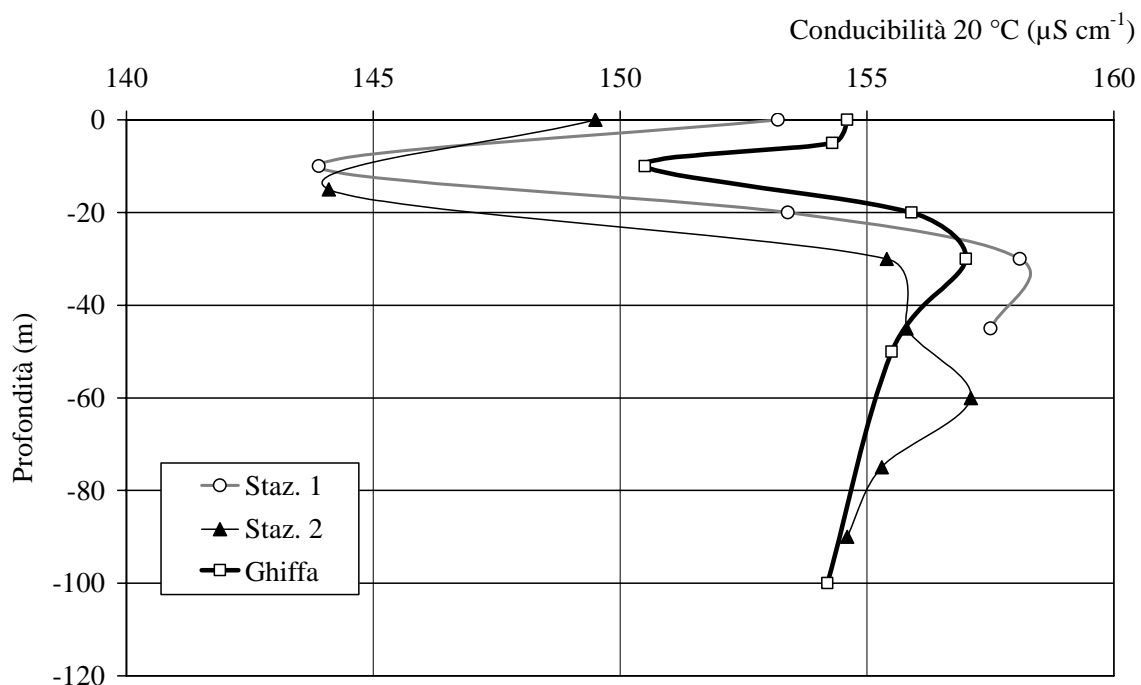


Fig. 6. Distribuzione verticale dei valori di conducibilità nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

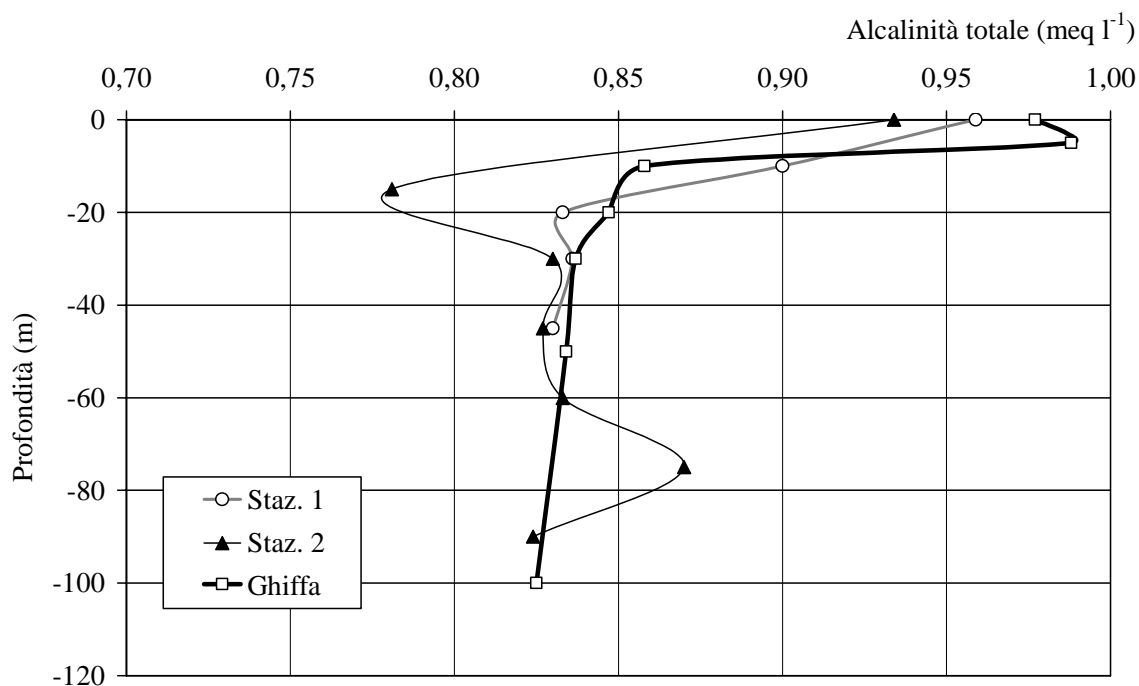


Fig. 7. Distribuzione verticale delle concentrazioni di alcalinità totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

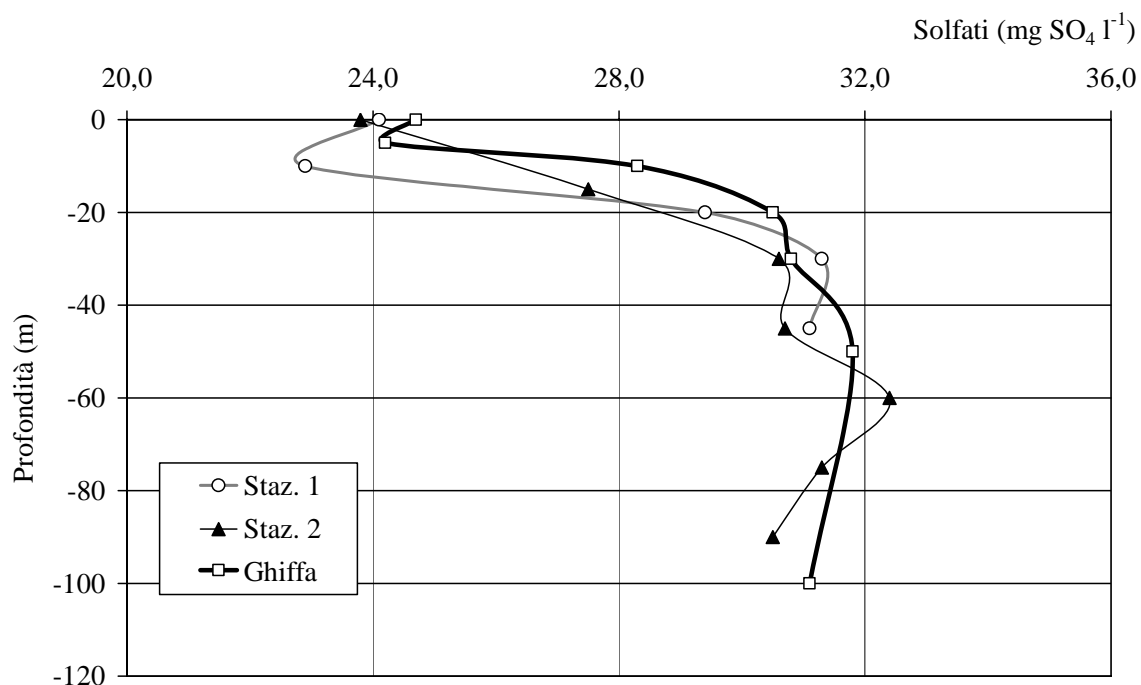


Fig. 8. Distribuzione verticale delle concentrazioni di solfati nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

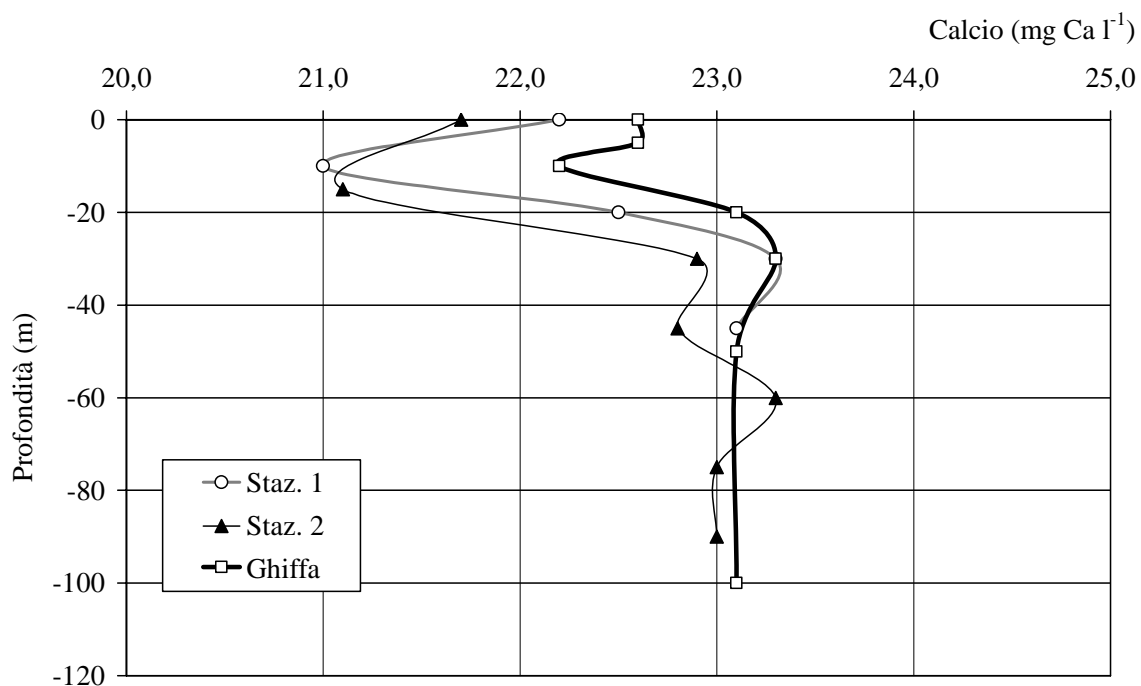


Fig. 9. Distribuzione verticale delle concentrazioni di calcio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

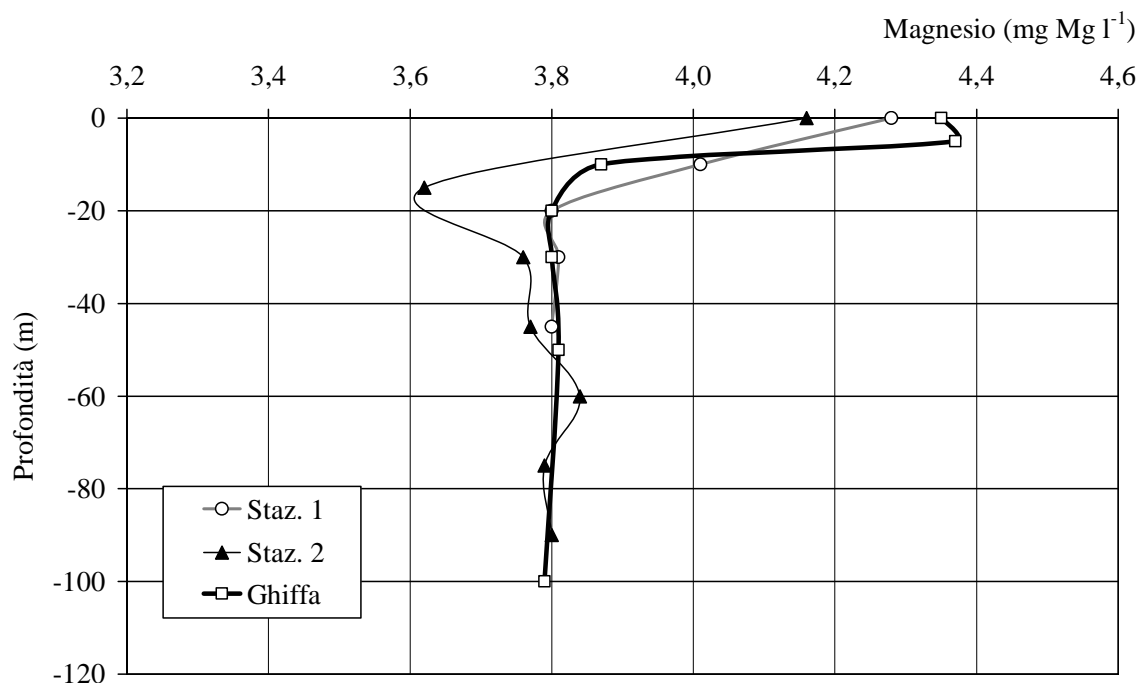


Fig. 10. Distribuzione verticale delle concentrazioni di magnesio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

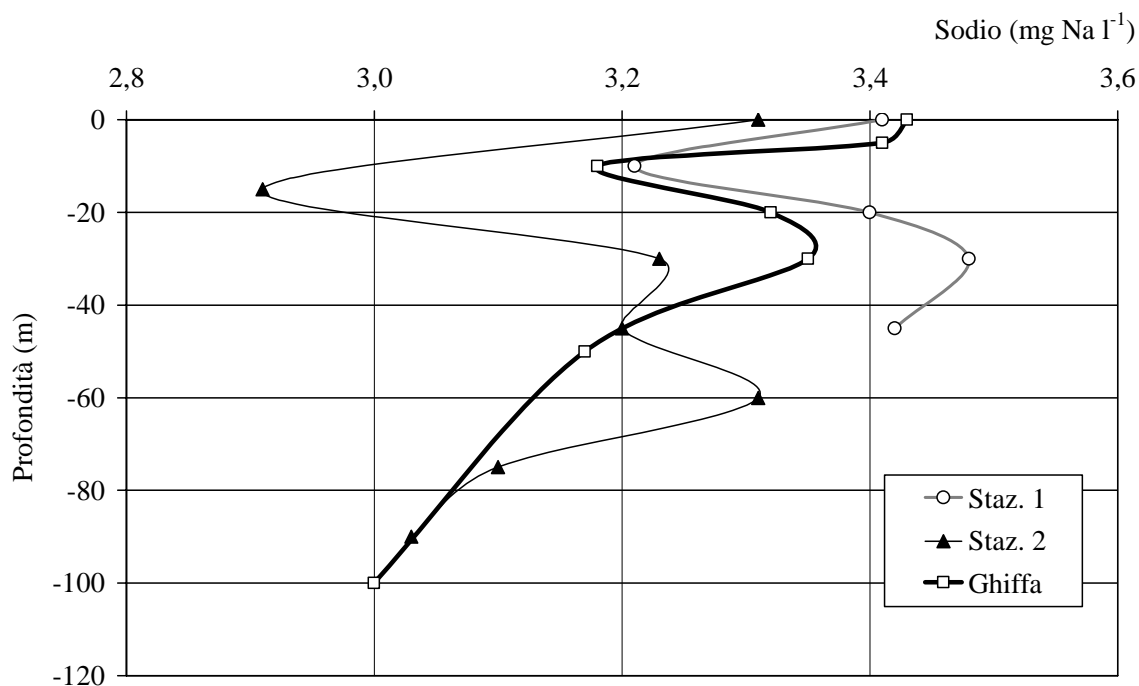


Fig. 11. Distribuzione verticale delle concentrazioni di sodio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

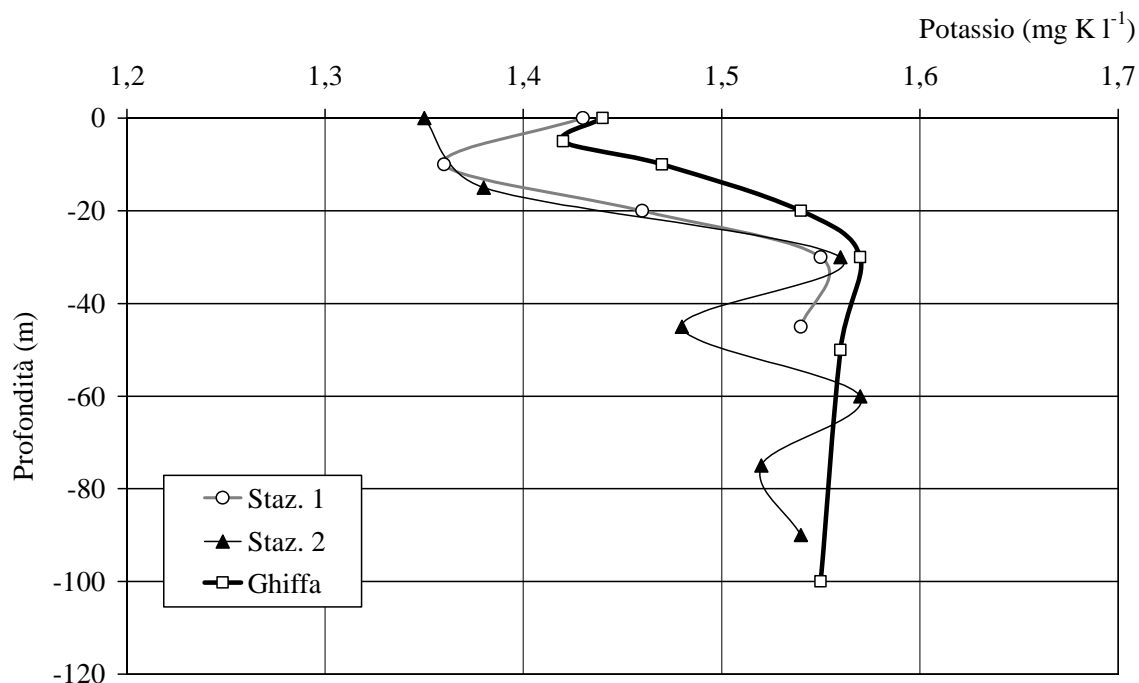


Fig. 12. Distribuzione verticale delle concentrazioni di potassio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

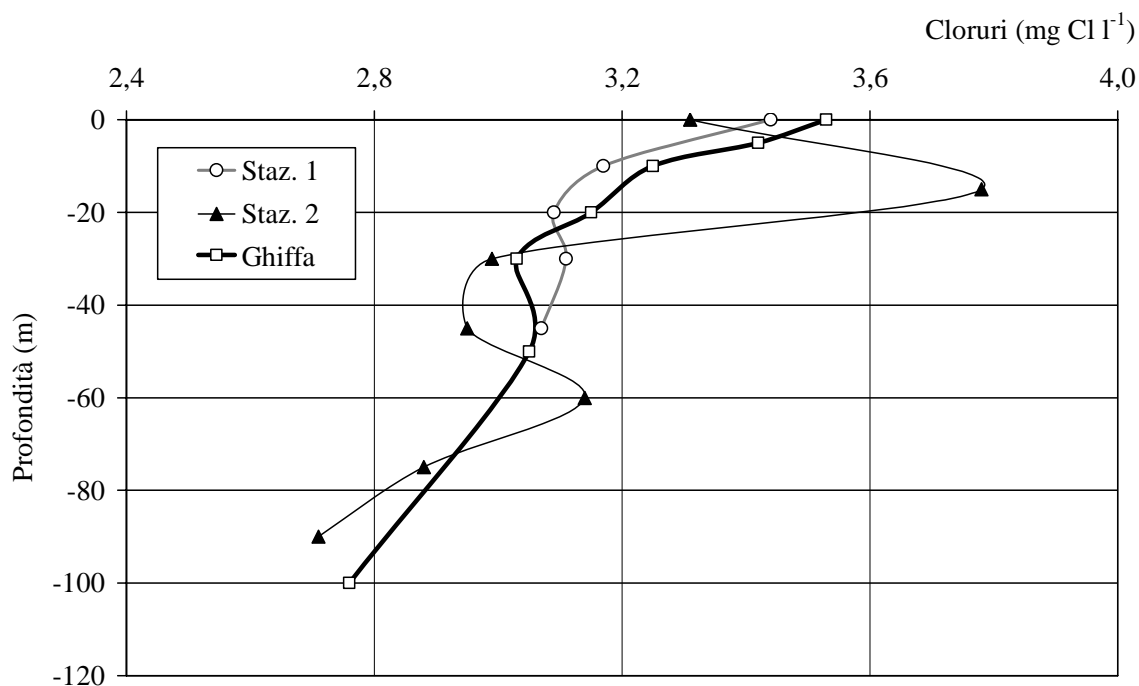


Fig. 13. Distribuzione verticale delle concentrazioni di cloruri nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

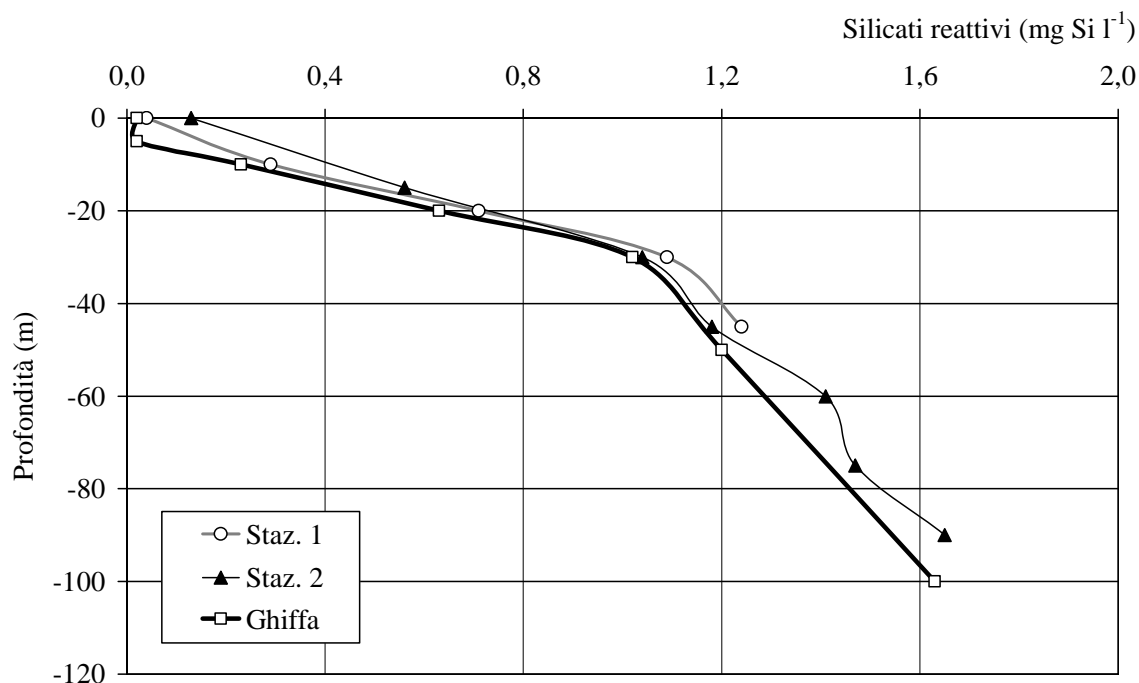


Fig. 14. Distribuzione verticale delle concentrazioni di silicati reattivi nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

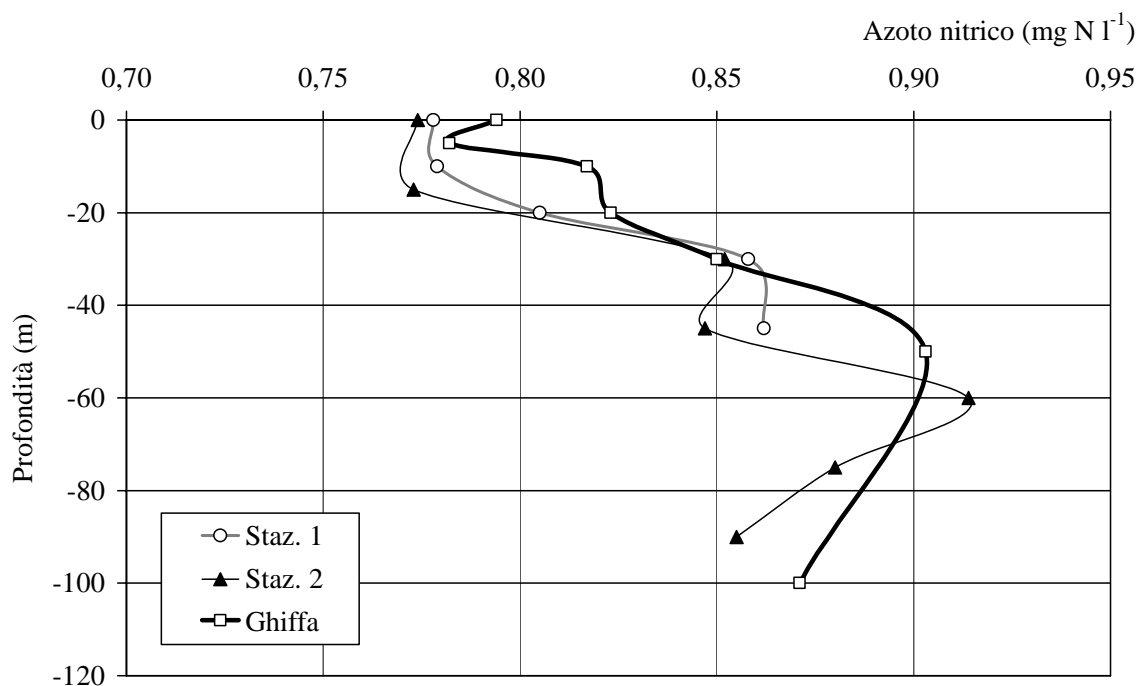


Fig. 15. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto nitrico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

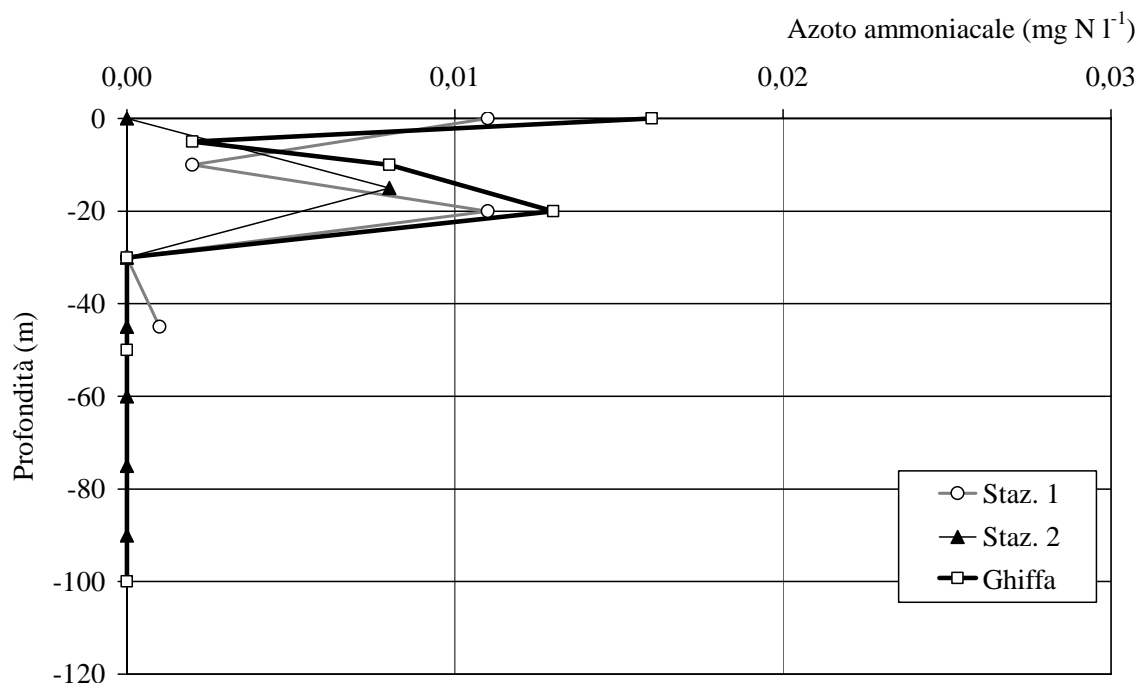


Fig. 16. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto ammoniacale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

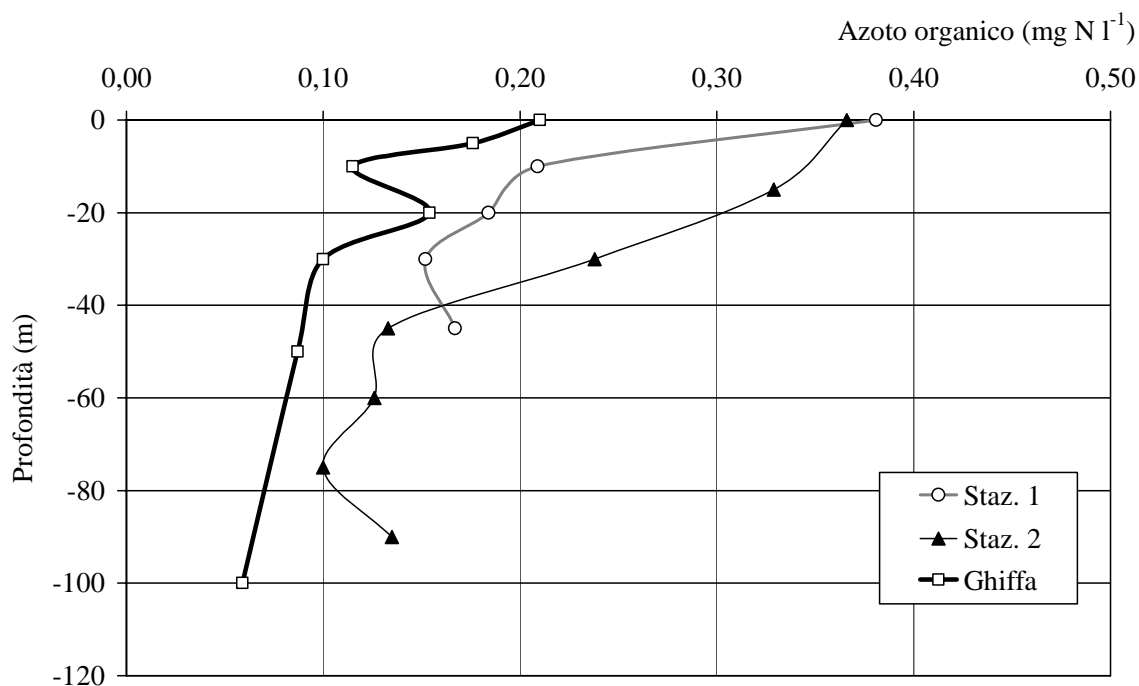


Fig. 17. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto organico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

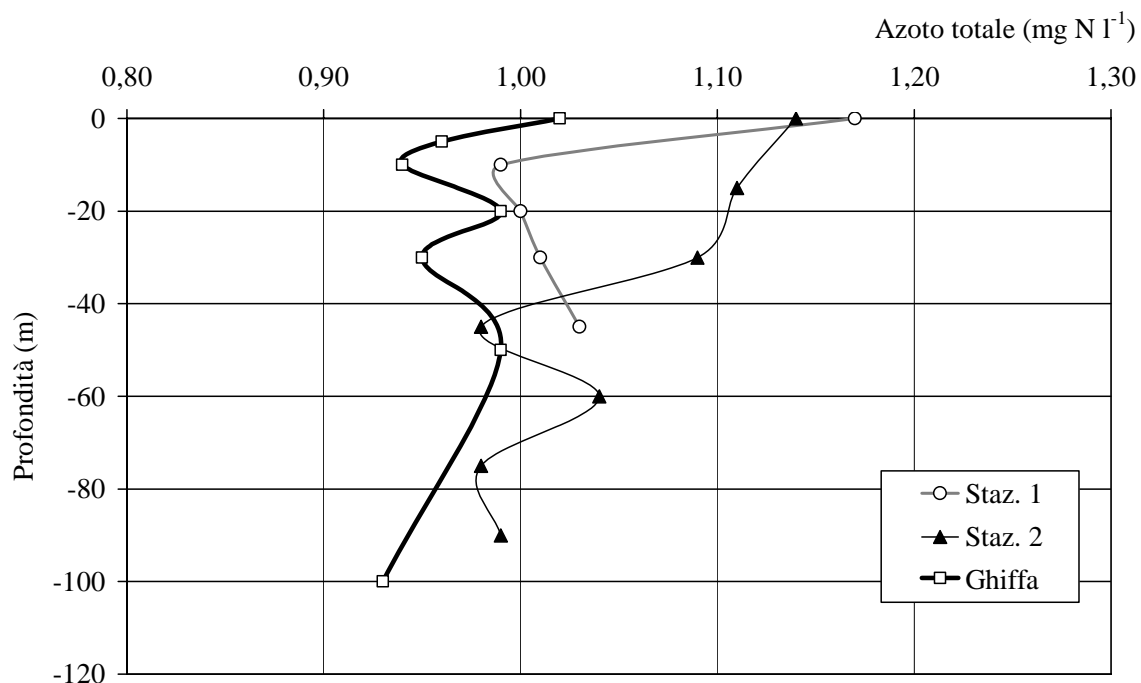


Fig. 18. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

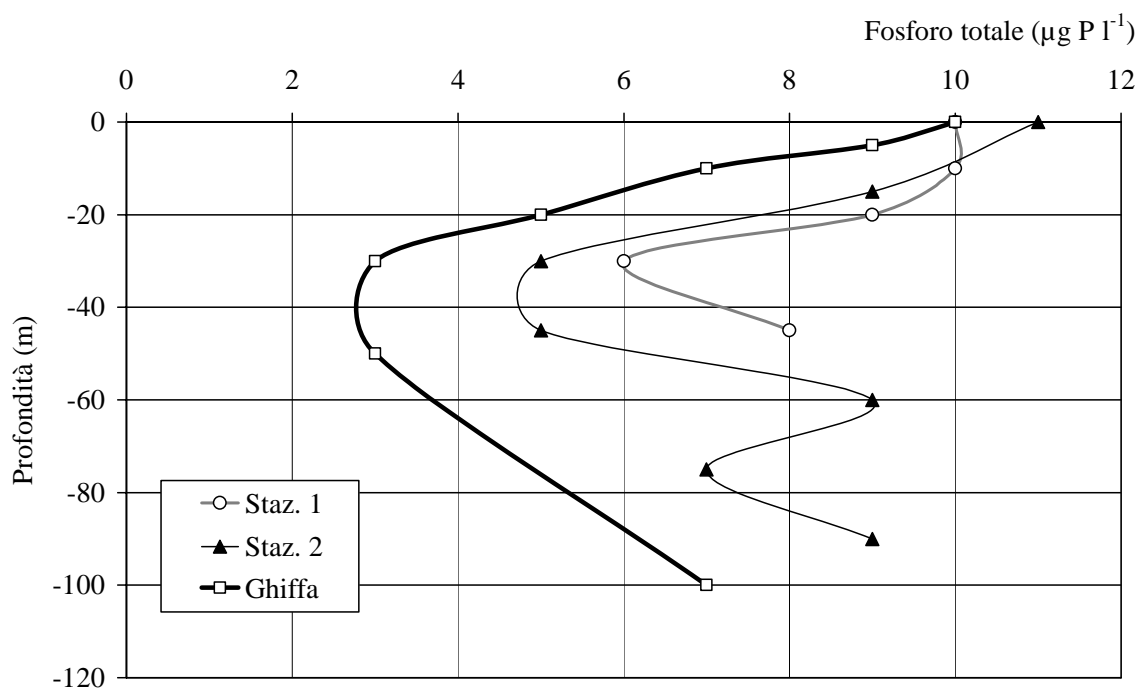


Fig. 19. Distribuzione verticale delle concentrazioni di fosforo totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

POPOLAMENTI PLANCTONICI

FITOPLANCTON

I campionamenti effettuati nel giugno 2008 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. La trasparenza misurata in tutte le stazioni risulta infatti alquanto modesta (Tab. 4), sebbene vi siano differenze non trascurabili nei tre siti: si va dai 3,5 metri nella stazione 1 ai 6,0 metri di Ghiffa, con la stazione 2 che mostra un valore intermedio di 4,5 metri.

Il confronto tra i valori di trasparenza, le concentrazioni di clorofilla e la densità del fitoplancton nelle tre stazioni mette in evidenza che la differenza tra stazione 2 e Ghiffa è, probabilmente, dovuta ad una maggiore concentrazione algale nel primo dei due siti, mentre il minimo di trasparenza misurato in stazione 1 non dipende dalla densità algale, che risulta comparabile con quella di stazione 2, e neppure dalla clorofilla totale, più bassa in questo sito. Come noto, la trasparenza dell'acqua può essere influenzata sia dall'assorbimento della luce dovuto ai pigmenti algali, che dalla quantità e qualità delle particelle in sospensione, incluse, ovviamente, anche le alghe planctoniche. È dunque lecito ipotizzare che la scarsa trasparenza della stazione 1 sia stata condizionata dalla presenza in sospensione di particelle non algali in quantità decisamente più elevata rispetto agli altri siti campionati. Considerando che il periodo precedente il campionamento è stato caratterizzato da abbondanti precipitazioni, è possibile che, in questa stazione, sia più evidente l'effetto della torbidità di origine minerale, legata al trasporto di materiale in sospensione attraverso i torrenti immissari, che diviene più abbondante nei periodi piovosi.

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. Questo gruppo compare, nelle stazioni 1 e 2, con valori decisamente superiori rispetto a quanto riscontrato a Ghiffa (Tab. 5). Come altre volte sottolineato, l'impossibilità di ottenere un'informazione più dettagliata sulla composizione specifica dell'ultraplancton non permette di attribuire un chiaro significato ecologico a quanto osservato.

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 maggiore concentrazione di cianobatteri rispetto a Ghiffa e la stazione 2 ha una quantità di dinoflagellati minore delle altre due. 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 fra le tre stazioni sono modeste: sia la ricchezza specifica, che il gruppo di specie dominanti sono comuni sia alle stazioni 1 e 2 che a quella di Ghiffa.

La maggiore variabilità si osserva a carico dei Cyanobacteria, che mostrano una densità decisamente inferiore a Ghiffa, a fronte, però di un biovolume più elevato. 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, alla presenza più rilevante di *Planktothrix rubescens*, organismo di maggiori dimensioni, nella stazione di Ghiffa. Per quanto riguarda gli altri gruppi algali, è importante sottolineare la minore abbondanza di *Tabellaria flocculosa*, la specie più importante in questo campionamento, nella stazione 1, a fronte di un massimo consistente misurato nella stazione 2 ed un valore intermedio a Ghiffa.

Una minore variabilità si osserva a carico di altre specie, con una generale tendenza verso densità inferiori nella stazione 1: questo fatto potrebbe essere una conseguenza della minore trasparenza misurata in questo sito, poiché la crescita algale potrebbe essere rallentata dalla minore disponibilità di radiazione luminosa subacquea.

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. I dati in nostro possesso ci inducono ad ipotizzare, ragionevolmente, che questa differenza sia imputabile ad una ridotta disponibilità di luce per la crescita algale, a seguito dell'apporto di abbondanti quantità di materiale particellato, veicolato al lago dai tributari con le abbondanti precipitazioni occorse nelle settimane precedenti il prelievo: il differente sviluppo algale sarebbe dunque spiegabile con la differenza delle condizioni fisiche della colonna d'acqua, piuttosto che con possibili alterazioni dell'ambiente chimico lacustre.

Tab. 4. Trasparenza misurata con 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>
04/06/2008	Staz. 1	3,50	6,15	1,21	6,82	0,49	1,42
04/06/2008	Staz. 2	4,50	7,39	1,29	8,11	0,52	1,66
10/06/2008	Ghiffa	6,00	6,55	1,48	7,39	0,42	1,35

Tab. 5. Lago Maggiore. Foce del T. San Bernardino. Densità (10^3 cell l^{-1}) e biomassa ($mm^3 m^{-3}$) delle singole specie di fitoplancton, nelle stazioni 1 e 2 (04/06/08) e di Ghiffa (10/06/08).

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
Ultraplancton	51352,0	20,5	49784,0	19,9	11686,5	4,7
<i>Aphanothece</i> cfr. <i>bachmannii</i>	560,0	0,3	1340,0	0,8	370,0	0,2
<i>Apanocapsa delicatissima</i>	860,0	0,6	320,0	0,2	340,0	0,2
<i>Cyanobium</i> sp.	19404,0	9,7	17150,0	8,6	3454,5	1,7
<i>Synechococcus</i> sp.	39,0	0,2	55,8	0,2	39,2	0,2
<i>Pseudanabaena voronichinii</i>	183,6	1,8	30,4	0,3	797,2	7,7
<i>Planktothrix rubescens</i>	154,2	9,9			845,8	54,1
<i>P. agardhii</i>	620,6	36,0	666,6	38,7	656,4	38,1
<i>Geitlerinema acuiforme</i>	63,8	2,0	20,2	0,6	92,8	2,9
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	33,8	3,3	227,2	22,0	20,4	2,0
<i>Tychonema bourellyi</i>	430,4	43,5	552,2	55,8	665,2	67,2
TOTALE CYANOBACTERIA	22349,4	107,3	20362,4	127,2	7281,5	174,3
<i>Cyclotella comensis</i>	52,0	16,2	90,0	28,1	92,0	23,3
<i>C. comensis</i> morf. <i>minima</i>			7,2	0,3	6,0	0,2
<i>C. glabriuscula</i>	33,8	14,7	93,6	40,8	47,2	20,6
<i>C. bodanica</i>					1,2	3,6
<i>Cyclostephanos dubius</i>	36,4	2,8	19,8	1,5	20,4	1,6
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>					1,2	1,5
<i>S. parvus</i>					0,4	0,0
<i>S. minutulus</i>					2,8	0,4
<i>Tabellaria flocculosa</i>	704,0	2018,3	791,6	2157,1	639,6	1777,2
<i>Diatoma tenue</i>	84,8	82,7	51,6	50,3	520,4	507,4
<i>Fragilaria crotonensis</i>	764,8	637,8	604,8	504,4	194,0	161,8
<i>F. radians</i>	1,4	7,9	1,8	10,2	1,2	6,8
<i>Asterionella formosa</i>	8,4	3,5	5,2	2,1	4,0	1,6
<i>Achnanthes minutissima</i>			7,2	1,5	1,6	0,3
TOTALE BACILLARIOPHYCEAE	1685,6	2783,9	1672,8	2796,3	1532,0	2506,3
<i>Mallomonas zellensis</i>	0,4	1,6				
<i>M. caudata</i>	0,4	2,4	0,8	4,9	0,4	2,4
<i>M. tonsurata</i> v. <i>alpina</i>					0,8	0,4
<i>Chrysochromulina parva</i>	530,4	26,9	725,4	36,8	151,6	7,7
<i>Chrysamoeba</i> sp.					3,6	0,5
<i>Pseudokephyrion</i> sp.					7,2	0,2
<i>Uroglena americana</i>					8,4	0,5
Cfr. <i>Ochromonas</i> sp.	247,0	2,3	419,4	3,9	117,8	1,1
TOTALE CHRYSOPHYCEAE	778,2	33,2	1145,6	45,6	289,8	12,8
<i>Katablepharis ovalis</i>	50,7	9,9	57,6	11,2	51,6	10,1
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	247,0	22,5	333,0	30,3	253,6	23,1
<i>Rhodomonas minuta</i>	5,2	0,9	19,8	3,3	17,6	2,9
<i>Cryptomonas erosa</i>	9,1	16,4	18,0	32,5	13,2	23,8
<i>C. marssonii</i>	3,9	1,2	3,6	1,1	2,4	0,7
<i>Cryptomonas</i> sp.	2,6	6,0	9,0	20,9	4,0	9,3
TOTALE CRYPTOPHYCEAE	318,5	56,9	441,0	99,3	342,4	69,9
<i>Gymnodinium helveticum</i>	2,0	20,2	1,4	14,1	1,2	12,1
<i>G. uberrimum</i>	0,4	3,9			0,8	7,7
<i>Gymnodinium</i> sp.			9,0	8,6	3,2	3,1
<i>Peridinium willei</i>			0,4	17,9		
<i>Ceratium hirundinella</i>			0,4	28,9	0,4	28,9
TOTALE DINOPHYCEAE	2,4	24,1	11,2	69,5	5,6	51,8

Tab. 5. Segue.

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
<i>Chlamydomonas gloeophila</i>			8,0	0,8	19,6	2,1
<i>Monoraphidium contortum</i>					4,0	0,2
<i>Sphaerocystis schröteri</i>	3,2	0,5	9,2	1,5		
<i>Oocystis lacustris</i>	2,4	0,8	1,6	0,5		
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	4,8	1,0	36,0	7,6	16,4	3,5
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	4,0	0,8	0,8	0,2	4,0	0,8
<i>Ankyra lanceolata</i>	3,9	0,2	5,4	0,2		
<i>A. judayi</i>			10,8	0,5	2,8	0,1
<i>Mougeotia</i> sp.					1,2	1,1
<i>Closterium aciculare</i>	0,4	2,3	0,4	2,3	0,4	2,3
<i>C. pronum</i>					0,4	2,7
<i>Staurastrum pingue</i>	1,4	13,9	0,4	4,0		
TOTALE CHLOROPHYTA	20,1	19,5	72,6	17,6	48,8	12,8
TOTALE GENERALE	76467,2	3045,4	73489,6	3175,4	21186,6	2832,6

ZOOPLANKTON

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 (stazione 1 e stazione 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 (04/06/08) e nella stazione pelagica di Ghiffa (03/06/08).

		STAZIONE 1	STAZIONE 2	GHIFFA
		04/06/08	04/06/08	03/06/08
<i>Eudiaptomus padanus</i>	adulti	188	383	540
<i>Cyclops abyssorum</i>	adulti	0	81	158
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	adulti	40	208	158
Calanoida	nauplii	2631	2711	5604
	copepoditi	1221	1826	1657
Cyclopoida	nauplii	9000	10215	12935
	copepoditi	1940	1174	1712
Totale Copepodi		15020	16598	22764
<i>Daphnia hyalina-galeata</i>		235	497	1063
<i>Eubosmina longispina-coregoni</i>		2597	3242	2621
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		0	0	0
<i>Leptodora kindtii</i>		7	0	11
<i>Bythotrephes longimanus</i>		7	0	44
Totale Cladoceri		2846	3739	3739
<i>Asplanchna priodonta</i>		2034	3987	3344
<i>Keratella cochlearis</i>		41631	42040	8446
<i>Keratella quadrata</i>		2698	2228	4229
<i>Synchaeta oblonga</i>		517	644	601
<i>Synchaeta tremula</i>		3638	4711	4390
<i>Trichocerca porcellus</i>		315	134	56
<i>Polyarthra vulgaris-dolichoptera</i>		21208	19020	749
<i>Polyarthra maior</i>		262	933	186
<i>Kellicottia longispina</i>		2987	4255	5245
<i>Filinia longiseta</i>		161	322	384
<i>Conochilus unicornis-hippocrepis</i>		41758	74732	22898
<i>Euchlanis dilatata</i>		315	248	161
<i>Pompholyx sulcata</i>		1369	1611	402
<i>Notholca acuminata-labis</i>		5040	4785	8254
<i>Gastropus stylifer</i>		161	154	93
<i>Collotheca sp.</i>		282	181	161
Totale Rotiferi		124376	159985	59599
Totale popolamento		142242	180322	86102

Nel complesso, la presenza numerica dei Copepodi tende ad aumentare dalla stazione più prossima alla riva verso quella di acque più profonde. A determinare tale tendenza sono soprattutto gli stadi naupliari dei Copepodi ciclopidi, che costituiscono la frazione predominante del popolamento a Copepodi del lago. Nelle due stazioni più rivierasche la struttura del popolamento risulta sostanzialmente la stessa (Fig. 20), con

una netta predominanza numerica dei rotiferi sui Copepodi e una presenza percentuale di cladoceri molto modesta. Tra questi ultimi predominano le specie di taglia relativamente modesta, appartenenti al genere *Bosmina* (prevalentemente *Eubosmina longispina coregoni*), con differenze di modesta entità tra le tre stazioni (Fig. 21).

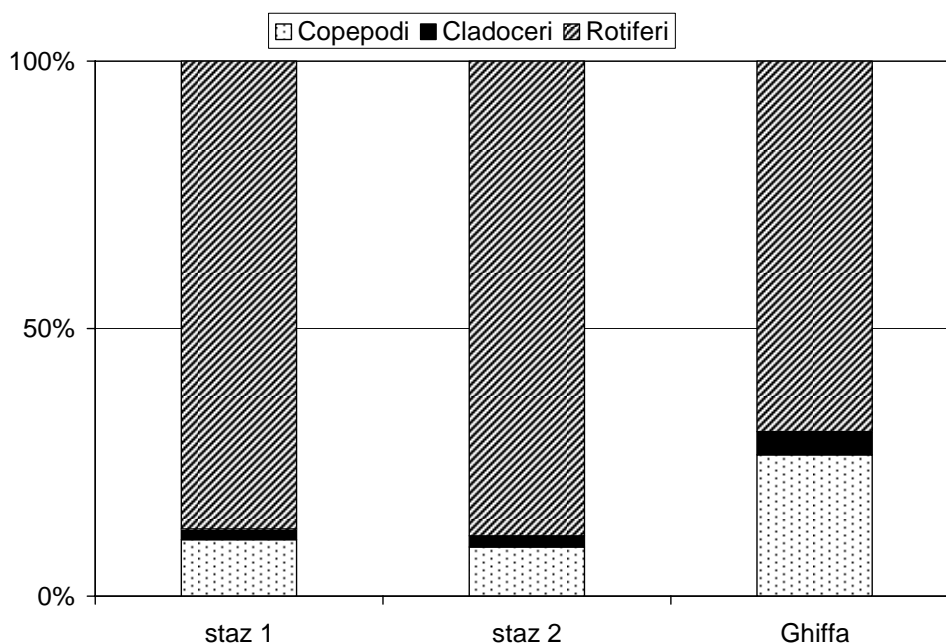


Fig. 20. Struttura del popolamento zooplanctonico nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevata nel giugno del 2008.

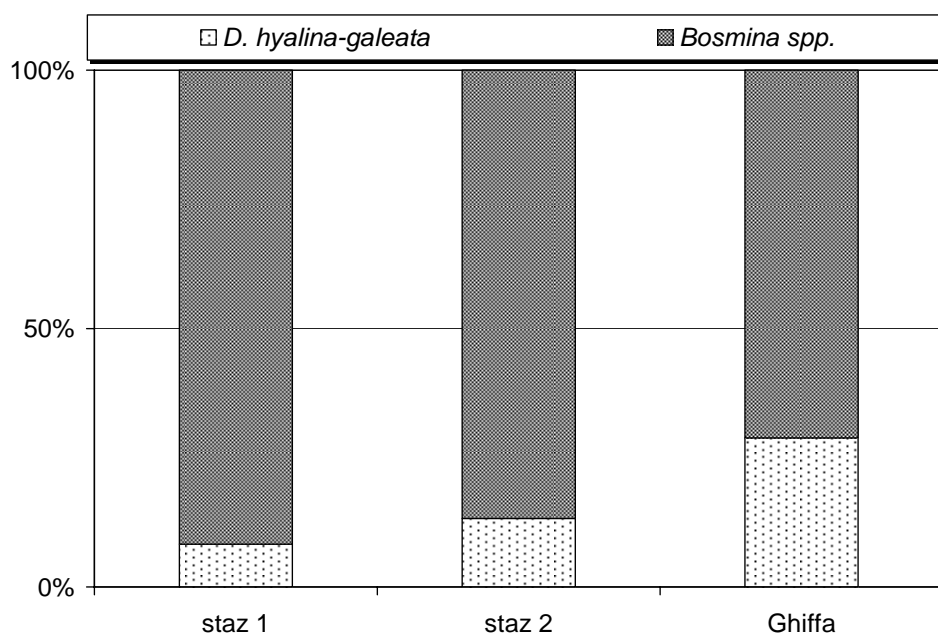


Fig. 21. Struttura del popolamento a Cladoceri (esclusi i predatori *Leptodora kindtii* e *Bythotrephes longimanus*) nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevato nel giugno del 2008.

Questo dato, tra le altre cose, conferma quanto osservato relativamente al quinquennio 2003-2007, ed in particolare, la tendenza al ritorno delle specie di *Bosmina*, per lungo tempo divenute una componente effimera del plancton del lago.

Le principali differenze nella densità di popolazione totale sono come di consueto ascrivibili alla componente a Rotiferi: i valori delle due stazioni rivierasche sono nettamente superiori a quelli rinvenuti nella stazione pelagica (Tab. 6). Tuttavia, la struttura del popolamento è simile, con sei taxa principali, presenti in tutte e tre le stazioni (Fig. 22).

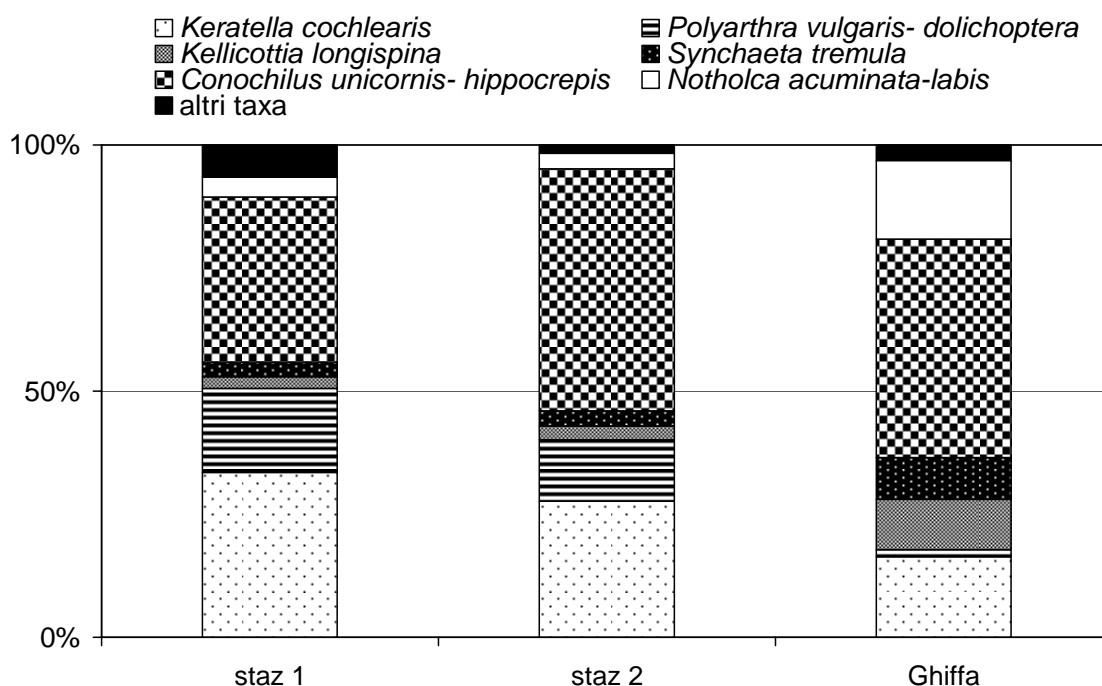


Fig. 22. Struttura del popolamento a Rotiferi nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica, di riferimento, rilevato nel giugno del 2008.

Rispetto a quelle più rivierasche, la stazione pelagica di Ghiffa si caratterizza per una maggiore presenza di specie a corpo allungato, tipiche di acque profonde, quali *Kellicottia longispina* e *Notholca acuminata labis*. Nelle stazioni più rivierasche risultano al contrario più rappresentate *Polyarthra vulgaris-dolichoptera* e *Keratella cochlearis*. In tutte e tre le stazioni, la componente numericamente dominante 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. Il loro sviluppo sembra possa essere legato a situazioni di aumentata piovosità e di vivacità idrologica; la loro presenza a giugno può essere legata alle peculiari condizioni meteorologiche dell'anno in corso.