



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

R E P O R T

CNR-ISE, 04.10

**INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE
LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO
(SOPRALLUOGO DEL 14 GIUGNO 2010)**

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

2010

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 14 GIUGNO 2010)**

PREMESSA

Il sopralluogo nell'area lacustre antistante la foce del Torrente San Bernardino è stato eseguito in data 14 giugno 2010, considerando, come di consueto, due diverse stazioni di campionamento: la prima, collocata su un fondale di circa 50 metri ed a 120 metri dalla sponda destra idrografica del fiume (stazione 1); la seconda, 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.

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 15 giugno rispettivamente per indagini su fitoplancton e zooplancton) e alle caratteristiche delle acque tributarie del Torrente San Bernardino (campionamento del 14 giugno).

TERMICA LACUSTRE

Il giorno 14 giugno 2010, 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 interessata dallo scarico Acetati S.p.A. Si sono rilevati mediante sonda multiparametrica, gli andamenti termici verticali (con risoluzione ogni 20 cm) in quattro punti situati ad una distanza tra 100 e 200 m dalla riva, a profondità comprese tra i 50 e i 100 m. La posizione delle stazioni relative e i valori delle temperature rilevati sono riportati rispettivamente in figura 1 e tabella 1.

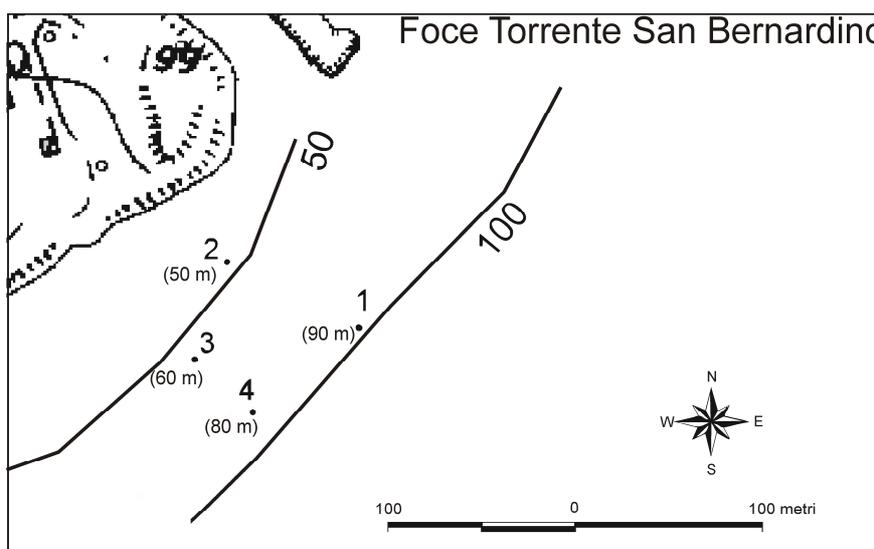


Fig. 1. Ubicazione delle quattro stazioni di misure termometriche situate nella zona interessata dallo scarico.

Tab. 1. Valori di temperatura misurati nelle quattro stazioni rivierasche ed a Ghiffa.

prof. (m)	stz.1	stz.2	stz.3	stz.4	Ghiffa
0	17.24	17.16	17.33	17.35	17.3
1	17.24	17.16	17.33	17.35	16.8
5	16.51	16.89	16.84	16.97	16.4
10	13.42	13.59	14.21	13.9	15.3
15	11.46	11.65	11.62	11.52	12.7
20	10.36	10.3	10.32	10.38	10.3
30	8.4	8.56	8.72	8.58	8.7
35	7.95	8.09	8.11	7.97	8.2
40	7.67	7.63	7.65	7.57	7.8
45	7.27	7.2	7.35	7.33	7.5
50	6.95		6.96	6.98	7.25
60	6.71		6.72	6.71	7.01
70	6.65			6.65	6.9
80	6.62			6.63	6.85
90	6.61				6.81
100					6.8

Come si può rilevare in figura 2, i profili termici verticali misurati il 14 giugno 2010 nelle quattro stazioni rivierasche sono tra loro pressoché identici e corrispondono sostanzialmente a quella rilevata nella zona pelagica di Ghiffa il giorno successivo (15 giugno).

Contrariamente a quanto verificato in passato nello stesso periodo dell'anno non si nota in questa ultima campagna di rilevamento la presenza di un epilimnio ben pronunciato, anche se appare essere in via di formazione tra 5 e 10 metri di profondità. Questo aspetto risulta condizionato soprattutto dalle condizioni meteorologiche "fredde" che hanno preceduto i campionamenti.

Come si può osservare dal grafico e dalle tabelle le differenze più significative tra le stazioni rivierasche e Ghiffa riguardano le profondità comprese tra 10 e 20 metri e sotto i 40 metri, dove la stazione pelagica presenta valori di temperatura leggermente più elevati. Nel primo caso si assiste ad un maggiore raffreddamento nelle stazioni prossime alla riva

dovuto senza dubbio all'inserimento delle acque tributarie del San Bernardino che nello stesso giorno presentava una temperatura inferiore a quella lacustre (14,9 °C). Il maggiore contenuto energetico al di sotto dei 40 metri è invece attribuibile alla minore dispersione di calore verso l'atmosfera della zona pelagica ove la profondità raggiunge i 370 metri che non verso riva ove la profondità è minore.

Dai dati raccolti risulta evidente che la distribuzione verticale della temperatura dell'acqua nell'areale in studio non mette in luce anomalie di riscaldamento termico eventualmente imputabili alla diffusione dello scarico Acetati S.p.A. nella massa d'acqua.

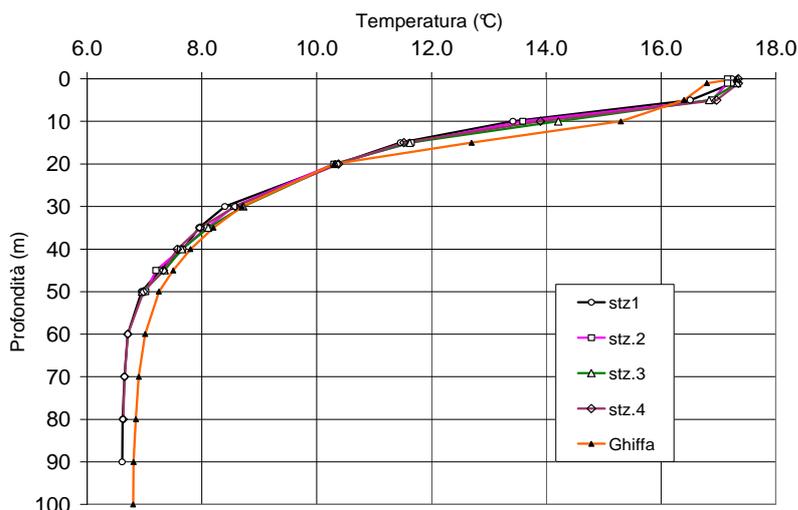


Fig. 2. Profili termici verticali misurati il 14/6/2010 nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1-2-3-4) e nella stazione pelagica di Ghiffa il 15/6/2010.

ANALISI CHIMICHE

In tabella 2 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 3 è relativa ai prelievi effettuati nella stazione 2, su fondale di 100 metri, a circa 200 metri dalla riva. La tabella 4 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, il Torrente San Bernardino nel punto di immissione a lago non ha presentato caratteristiche tali da denotare la presenza lungo il corso d'acqua di scarichi urbani o altre fonti di contaminazione (Tab. 2). Infatti l'azoto ammoniacale ed organico è pressoché assente, ed il fosforo sia reattivo che totale è presente in basse concentrazioni (rispettivamente 3 e 10 $\mu\text{g P l}^{-1}$). Anche i valori di pH (7,6 unità), alcalinità totale (0,26 meq l^{-1}), conducibilità (45 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 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 3-18, 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 si presentano molto simili nelle tre stazioni (1, 2 e Ghiffa), con un andamento che è quello tipico delle acque lacustri in questo periodo stagionale e che vede una netta diminuzione dei valori passando dalle acque superficiali, in cui hanno luogo i processi di fotosintesi da parte della biomassa algale, agli strati sottostanti, in cui predomina la demolizione della sostanza organica in via di sedimentazione. Si passa quindi da valori di pH e saturazione di ossigeno rispettivamente di 8,5-8,6 e circa 120% tra 0 e 10 m di profondità a 7,4 e 75% attorno a 100 m (Fig. 3 e 4).

La mancata differenza tra le stazioni 1 e 2 e quella di centro lago in termini di saturazione di ossigeno dimostra come la sintesi algale non sia influenzata da un eventuale carico organico di origine alloctona, dovuto allo scarico o alle acque tributarie del San Bernardino. I dati non dimostrano infatti evidenza di consumi aggiuntivi di ossigeno alle profondità potenzialmente interessate dallo scarico, ed anche in ipolimnio i livelli di ossigeno in entrambe le stazioni si sono mantenuti comunque al di sopra del 70 % come percentuale di saturazione (Fig. 4).

Anche l'idrochimica di base, rappresentata da variabili come conducibilità, alcalinità totale, solfati, calcio, magnesio, potassio è risultata simile nelle due stazioni rivierasche ed in quella pelagica. La maggior parte di queste variabili presenta un profilo simile, con un aumento dei valori passando dalle acque epilimniche, tra 0 e 20 m, agli strati più profondi, ed un gradiente particolarmente accentuato tra 20 e 50 m circa. A titolo di esempio, la conducibilità aumenta da 135-140 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nello strato 0-20 m a valori superiori a 150 $\mu\text{S cm}^{-1}$ al di sotto dei 50 m (Fig. 5).

Una lieve differenza tra i valori delle stazioni 1 e 2 e quella di centro lago si osserva per quanto riguarda le concentrazioni di sodio e cloruri alla profondità di 45 m (Fig. 10 e 12). L'aumento è comunque estremamente contenuto (3,2-3,3 mg l^{-1} rispetto ai 3,1 mg l^{-1} della stazione di centro lago per il sodio e 3,1 mg l^{-1} rispetto a 3,0 mg l^{-1} per i cloruri).

I silicati hanno presentato un profilo molto simile nelle tre stazioni (Fig. 13), con valori attorno a 0,5-0,6 mg Si l^{-1} nelle acque superficiali, a causa del consumo da parte delle diatomee, e massimi di circa 1,6-1,7 mg Si l^{-1} a 90-100 m di profondità.

Per quanto riguarda i composti dell'azoto (Figg 14-17) le stazioni interessate dallo scarico non hanno presentato differenze rilevanti rispetto a centro lago. L'azoto nitrico, a causa del consumo da parte delle alghe fitoplanctoniche, presenta i valori più bassi in epilimnio (0,73-0,74 mg N l^{-1}) ed i massimi (0,86-0,87 mg N l^{-1}) al di sotto dei 50 m di profondità (Fig. 14). Le concentrazioni di azoto ammoniacale sono risultate molto basse in tutti e tre i punti di campionamento, comunque inferiori a 0,03 mg N l^{-1} (Fig. 15), mentre l'azoto organico presenta valori generalmente compresi tra 0,10 e 0,20 mg N l^{-1} (Fig. 16).

Un leggero aumento delle concentrazioni di fosforo totale è stato riscontrato nelle stazioni interessate dallo scarico alla profondità di 45 m: le concentrazioni sono state infatti pari a 12 e 13 $\mu\text{g P l}^{-1}$ nelle stazioni 1 e 2 rispettivamente, rispetto agli 8 $\mu\text{g P l}^{-1}$ della stazione di centro lago (Fig. 18). Si tratta comunque di bassi livelli di fosforo, che rientrano 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.

Tab. 2. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 1 e alla foce del Torrente San Bernardino il 14 giugno 2010.

		0 m	-10 m	-20 m	-30 m	-45 m	Foce San Bernardino
Temperatura	°C	17.2	13.6	10.3	8.6	7.2	16.4
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	11.1	11.0	10.7	10.2	9.6	-
Saturazione ossigeno	%	118	108	97	89	81	-
pH		8.59	8.58	7.72	7.51	7.40	7.59
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0.79	0.78	0.79	0.79	0.83	0.26
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	134	134	139	144	150	45
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0.01	0.00	0.02	0.03	0.03	0.01
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0.74	0.74	0.78	0.82	0.86	0.78
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0.75	0.74	0.80	0.85	0.89	0.78
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0.24	0.20	0.15	0.16	0.14	0.05
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0.98	0.94	0.95	1.01	1.03	0.83
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	3	3	3	3	6	5
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	10	8	6	9	12	7
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0.6	0.6	1.0	1.3	1.5	2.6
Calcio	mg Ca l ⁻¹	19.4	19.4	20.1	20.9	21.9	5.4
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3.4	3.4	3.4	3.5	3.6	1.1
Sodio	mg Na l ⁻¹	2.9	2.9	2.9	3.1	3.3	1.3
Potassio	mg K l ⁻¹	1.3	1.3	1.4	1.4	1.6	0.8
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	23.5	23.5	25.5	27.2	29.0	5.3
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3.0	2.9	2.9	3.0	3.1	0.7

Tab. 3. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione 2 il 14 giugno 2010.

		0 m	-15 m	-30 m	-45 m	-60 m	-75 m	-90 m
Temperatura	°C	17.2	11.5	8.4	7.3	6.7	6.6	6.6
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	11.2	10.7	10.1	9.7	9.3	9.2	9.0
Saturazione ossigeno	%	119	100	88	83	78	77	75
pH		8.57	8.03	7.51	7.46	7.43	7.36	7.36
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0.81	0.79	0.79	0.82	0.83	0.83	0.83
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	137	137	144	151	151	152	152
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0.73	0.76	0.83	0.87	0.86	0.85	0.84
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0.74	0.77	0.84	0.87	0.87	0.85	0.84
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0.18	0.17	0.14	0.19	0.13	0.12	0.12
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0.92	0.93	0.98	1.06	1.00	0.97	0.96
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	2	2	2	7	6	8	8
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	7	7	5	13	9	10	10
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0.6	0.8	1.3	1.5	1.6	1.6	
Calcio	mg Ca l ⁻¹	19.9	19.9	21.6	21.9	22.3	23.2	23.0
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3.5	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7
Sodio	mg Na l ⁻¹	3.0	2.9	3.0	3.2	3.1	3.1	3.1
Potassio	mg K l ⁻¹	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	24.0	24.9	27.4	29.1	29.4	29.6	29.7
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3.0	2.9	3.0	3.1	3.0	3.0	2.9

Tab. 4. Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione di Ghiffa il 15 giugno 2010.

		0 m	-10 m	-20 m	-30 m	-50 m	-100 m
Temperatura	°C	17.3	15.3	10.3	8.7	7.3	6.8
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	11.2	11.0	10.7	10.1	9.4	9.0
Saturazione ossigeno	%	119	112	97	88	80	75
pH		8.66	7.96	7.64	7.53	7.48	7.37
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0.81	0.79	0.78	0.79	0.82	0.83
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	138	139	140	144	150	152
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0.73	0.76	0.81	0.83	0.87	0.86
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0.73	0.77	0.83	0.84	0.87	0.87
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0.19	0.19	0.16	0.22	0.19	0.09
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0.92	0.96	0.99	1.05	1.06	0.96
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	3	2	1	2	5	7
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	10	8	5	4	8	11
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	0.5	0.8	1.2	1.3	1.5	1.7
Calcio	mg Ca l ⁻¹	19.9	20.1	20.3	20.8	22.0	22.5
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3.5	3.4	3.4	3.5	3.7	3.7
Sodio	mg Na l ⁻¹	3.0	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1
Potassio	mg K l ⁻¹	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	24.0	25.0	26.2	27.0	28.9	29.9
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9

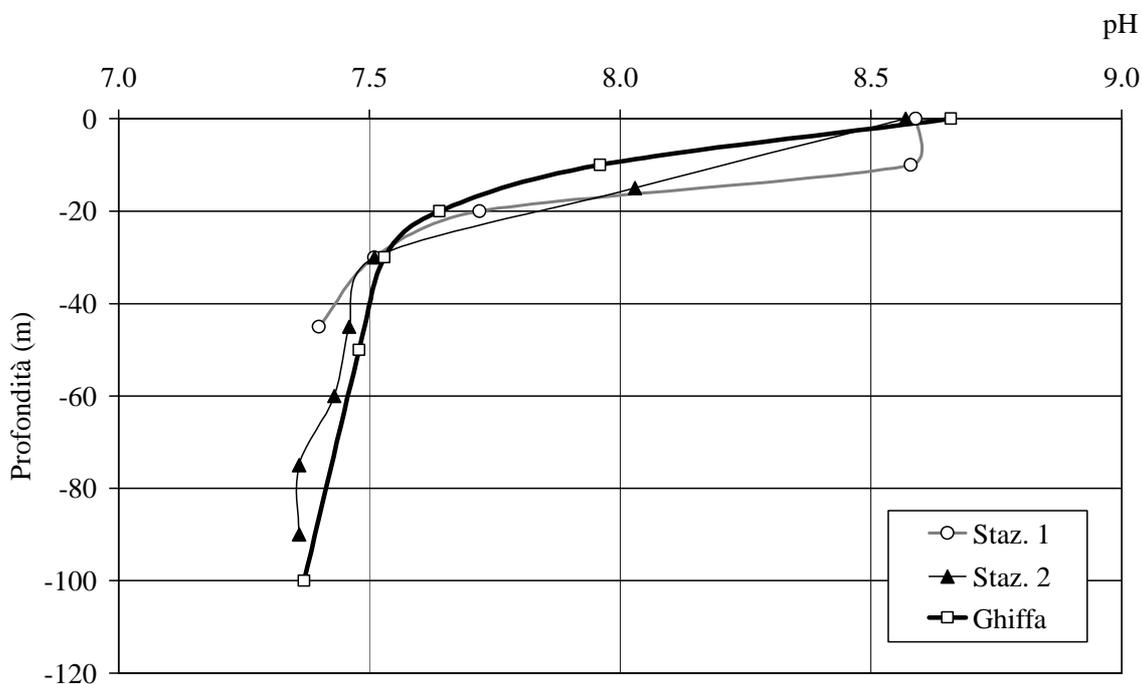


Fig. 3. Distribuzione verticale dei valori di pH nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

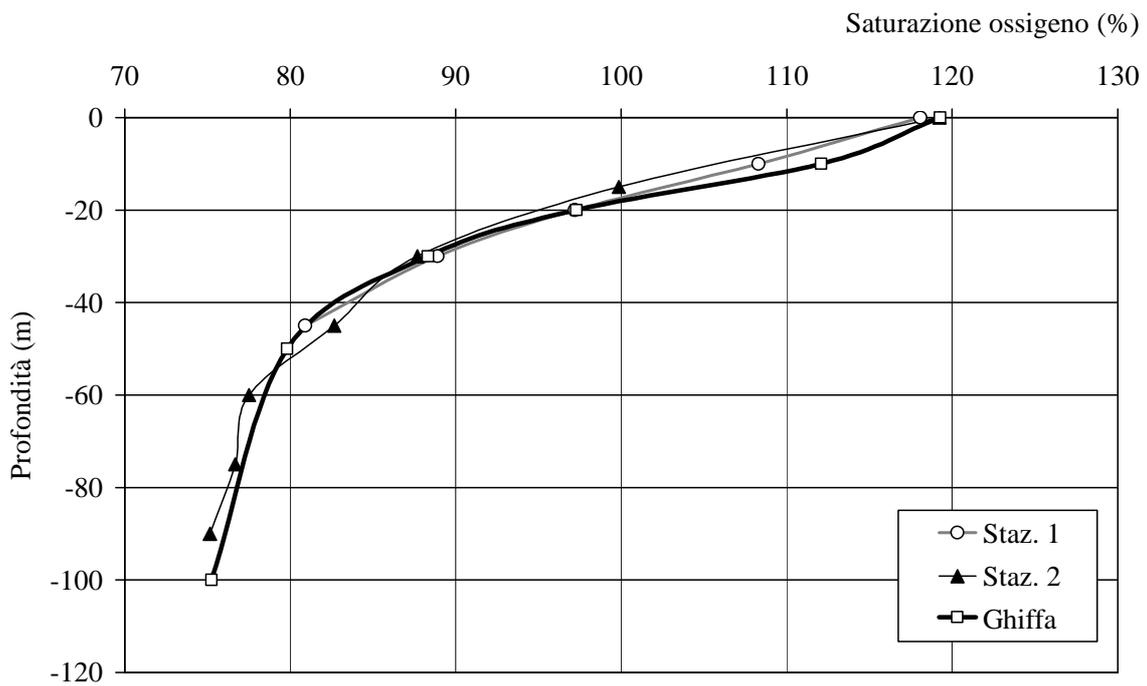


Fig. 4. Distribuzione verticale dei valori di saturazione di ossigeno nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

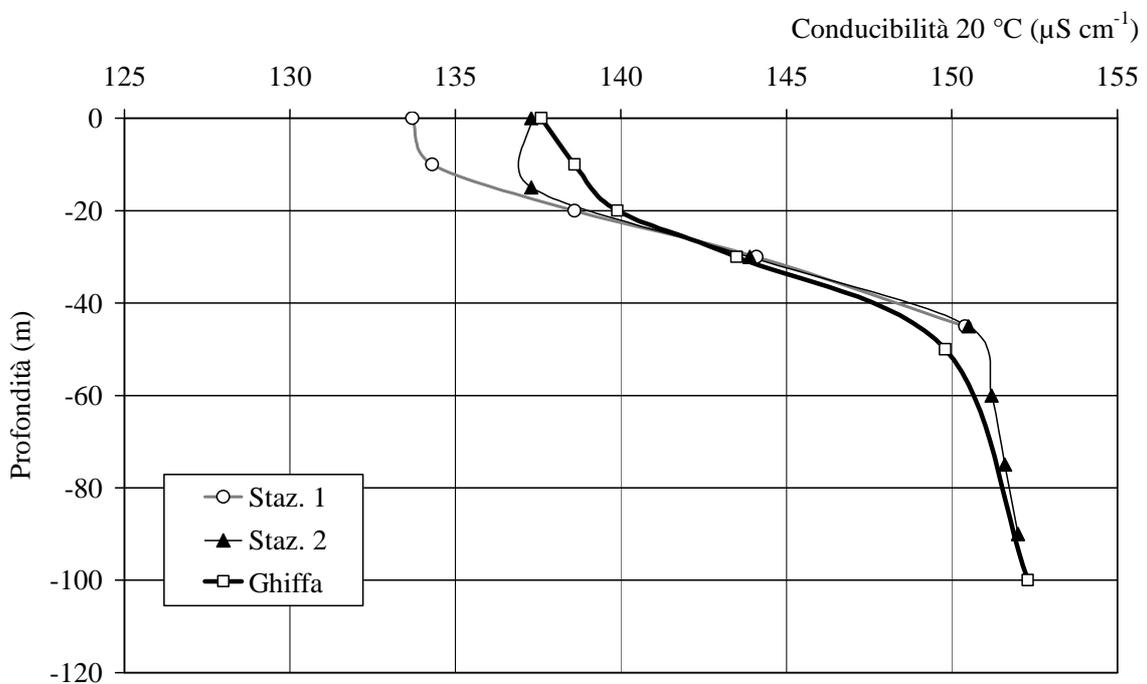


Fig. 5. Distribuzione verticale dei valori di conducibilità nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

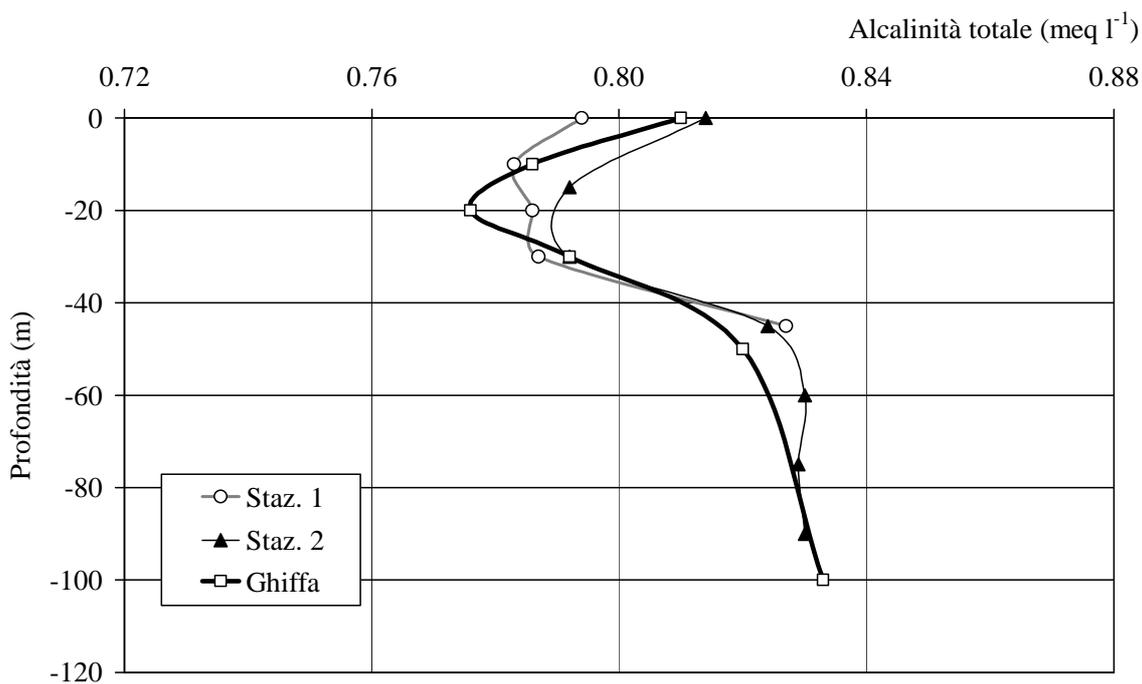


Fig. 6. Distribuzione verticale delle concentrazioni di alcalinità totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

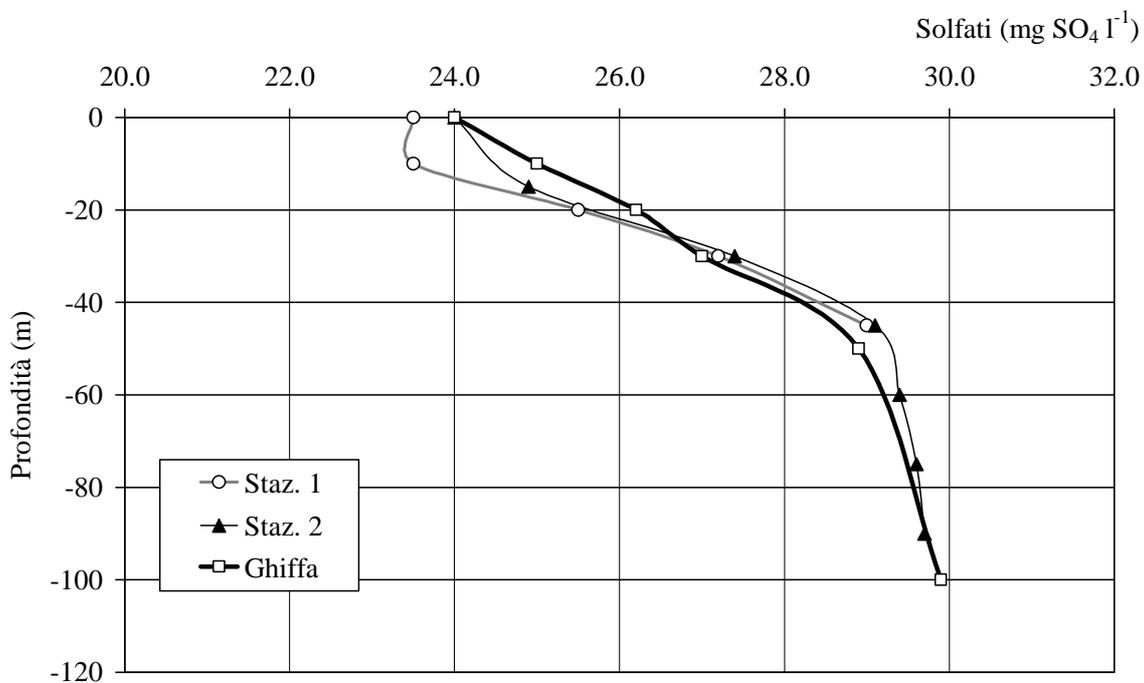


Fig. 7. Distribuzione verticale delle concentrazioni di solfati nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

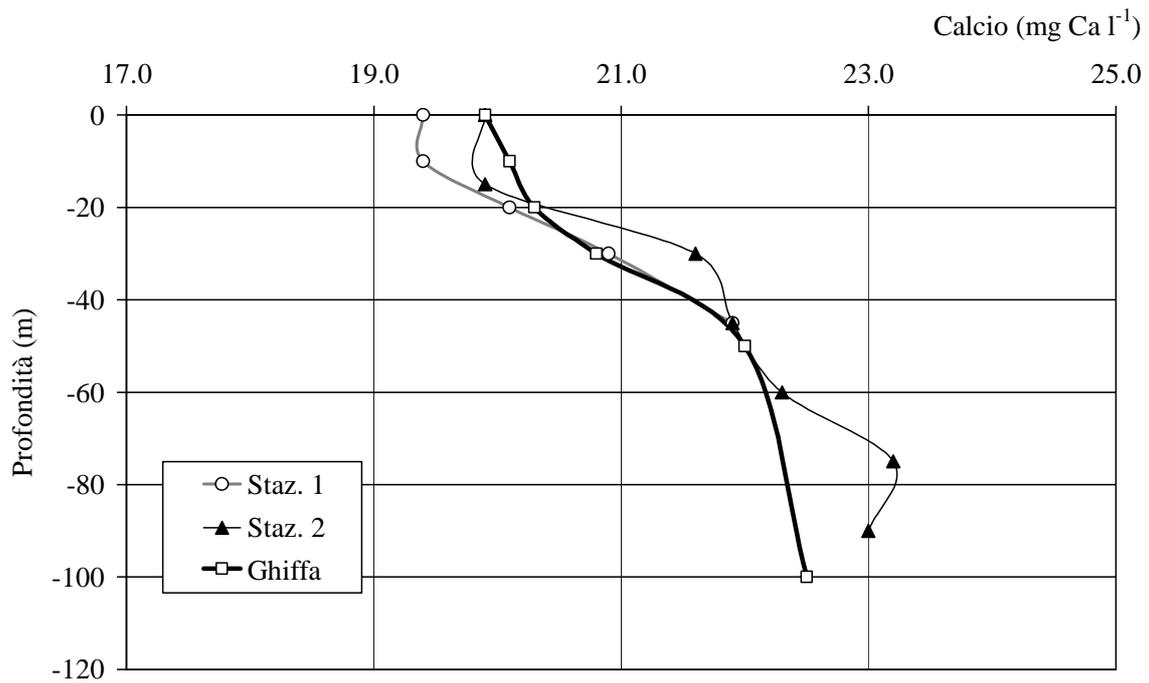


Fig. 8. Distribuzione verticale delle concentrazioni di calcio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

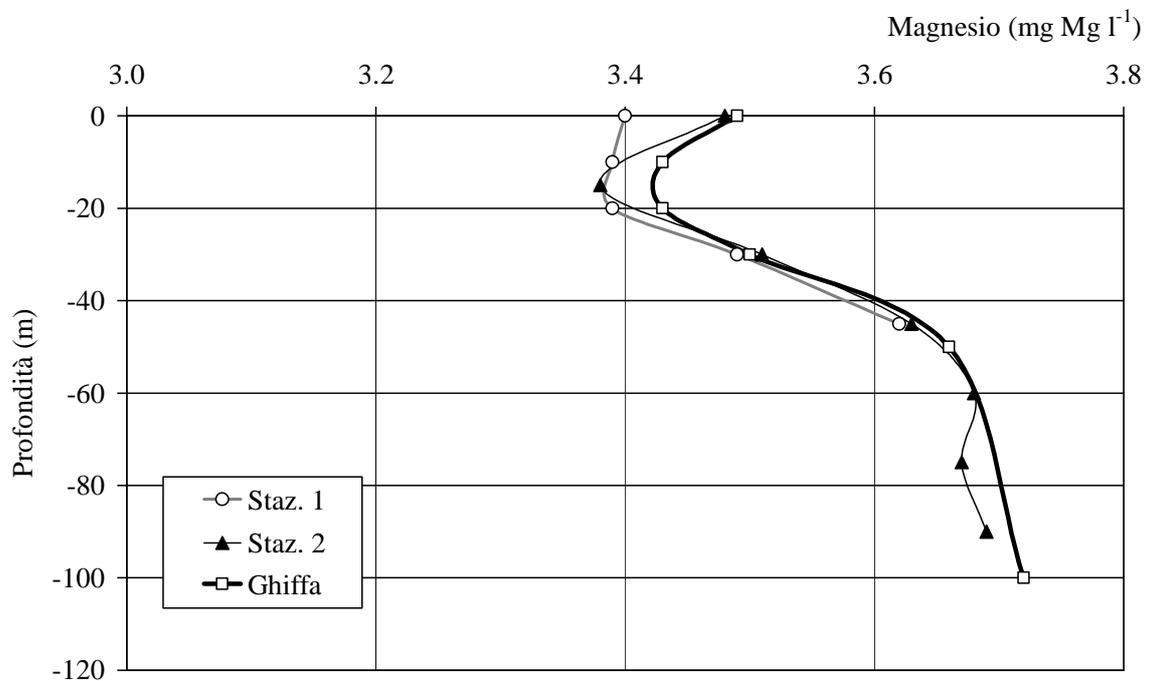


Fig. 9. Distribuzione verticale delle concentrazioni di magnesio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

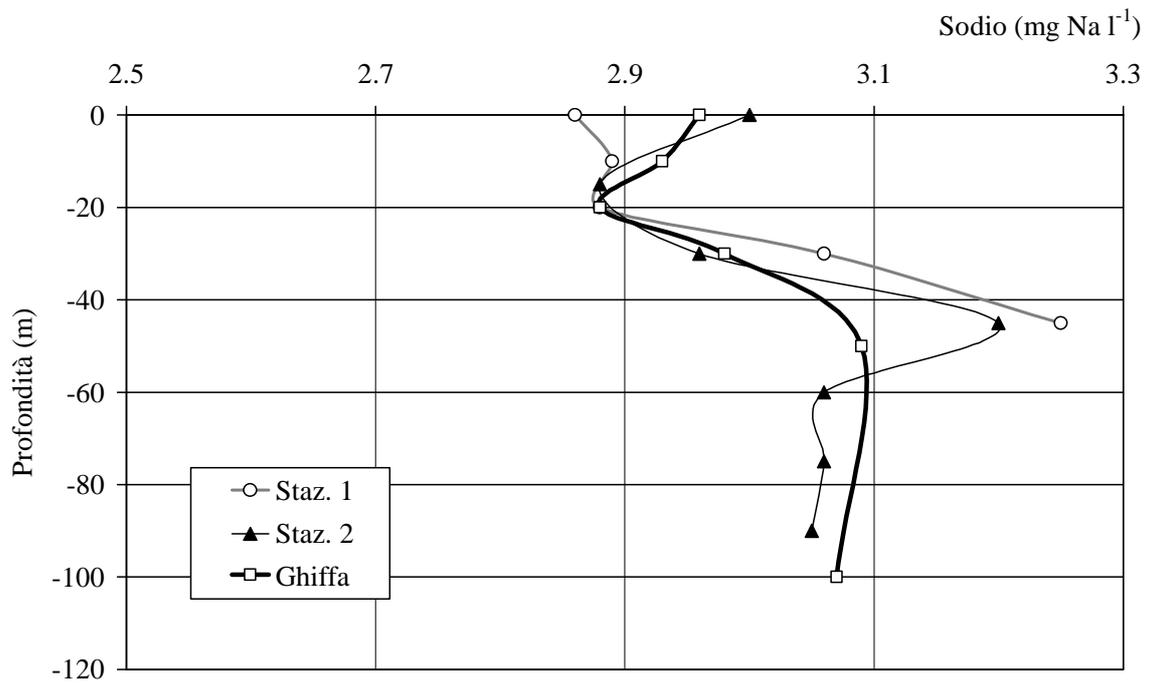


Fig. 10. Distribuzione verticale delle concentrazioni di sodio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

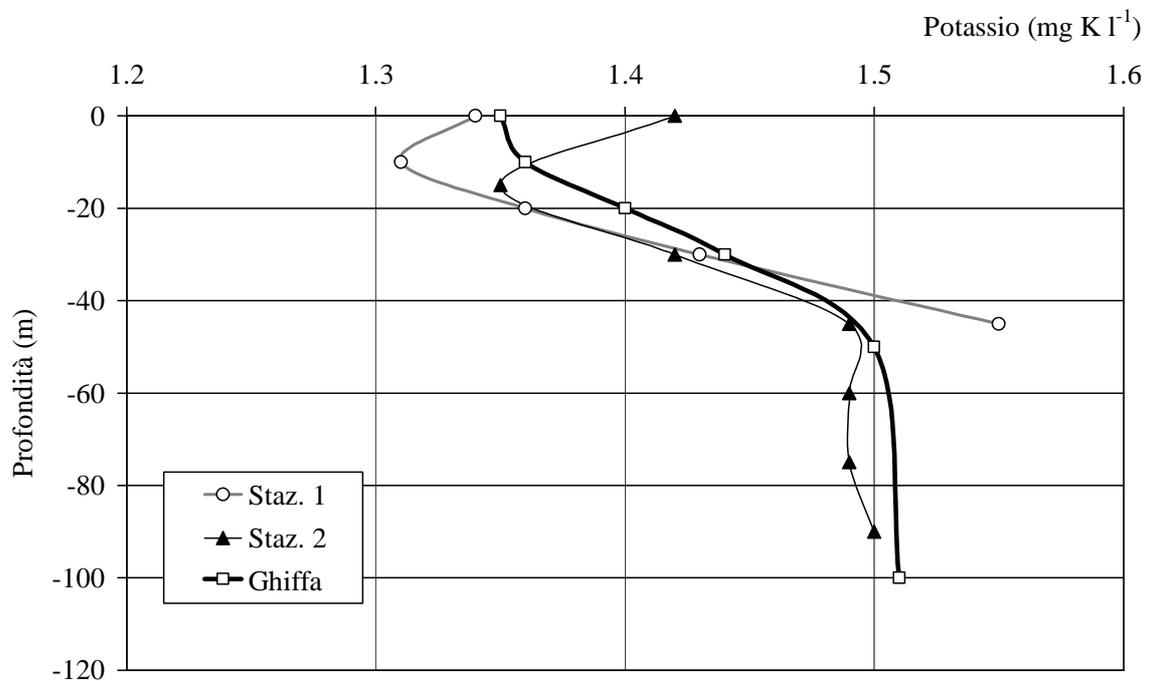


Fig. 11. Distribuzione verticale delle concentrazioni di potassio nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

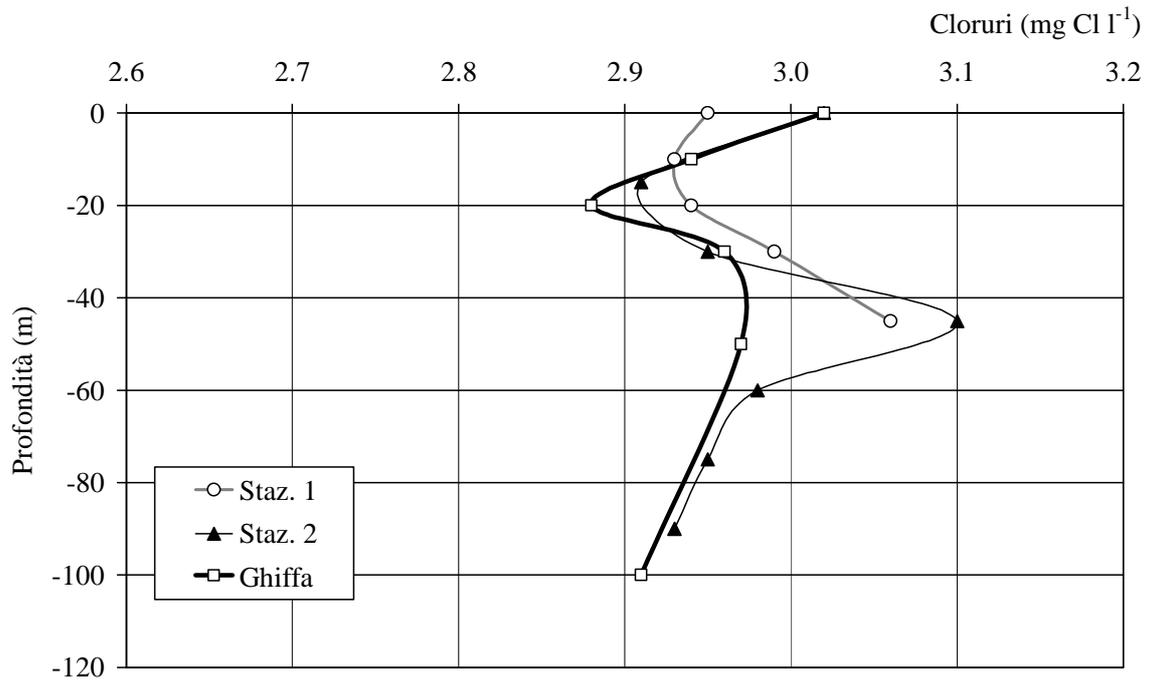


Fig. 12. Distribuzione verticale delle concentrazioni di cloruri nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

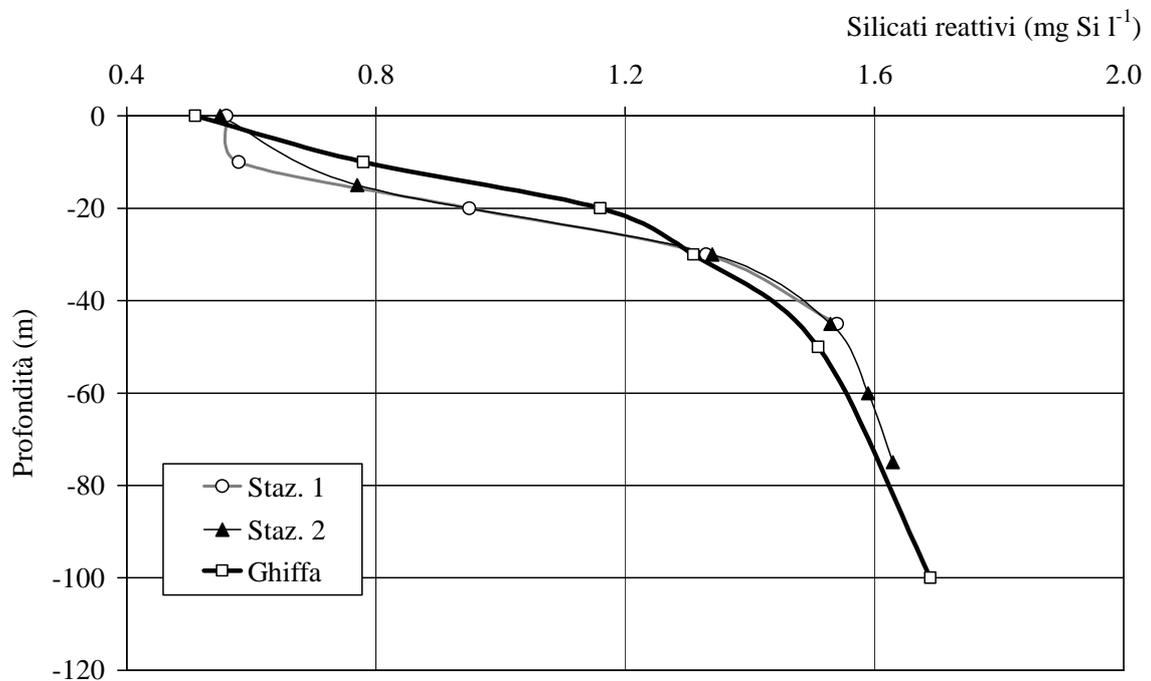


Fig. 13. Distribuzione verticale delle concentrazioni di silicati reattivi nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

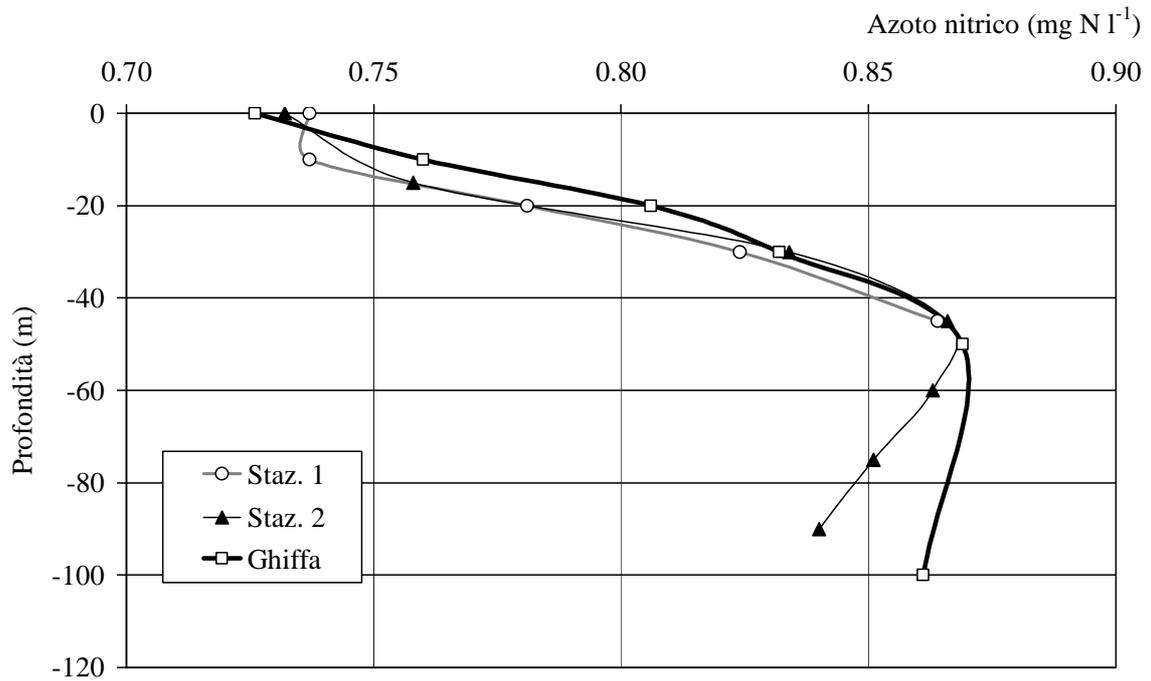


Fig. 14. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto nitrico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

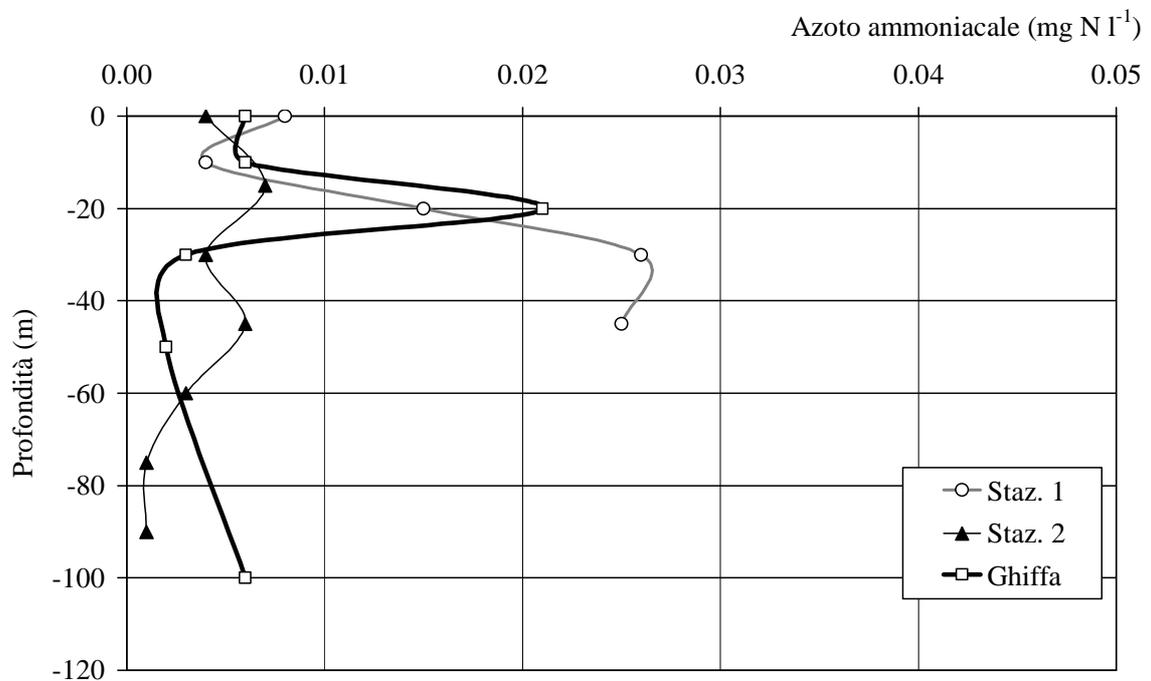


Fig. 15. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto ammoniacale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

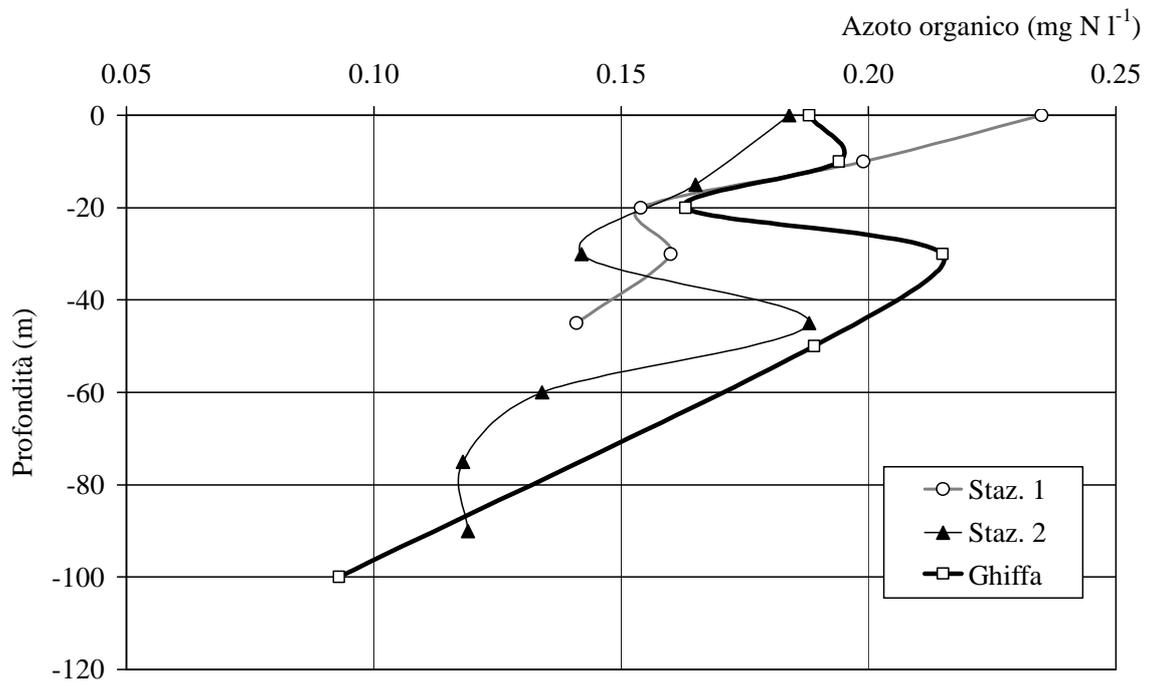


Fig. 16. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto organico nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

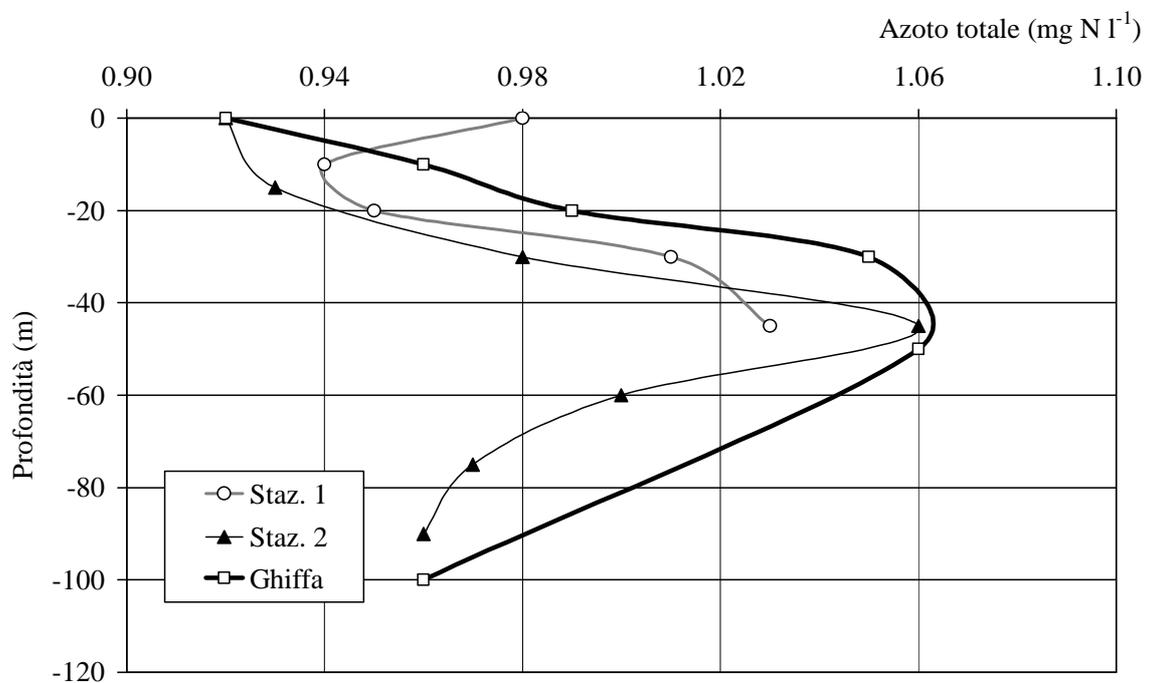


Fig. 17. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

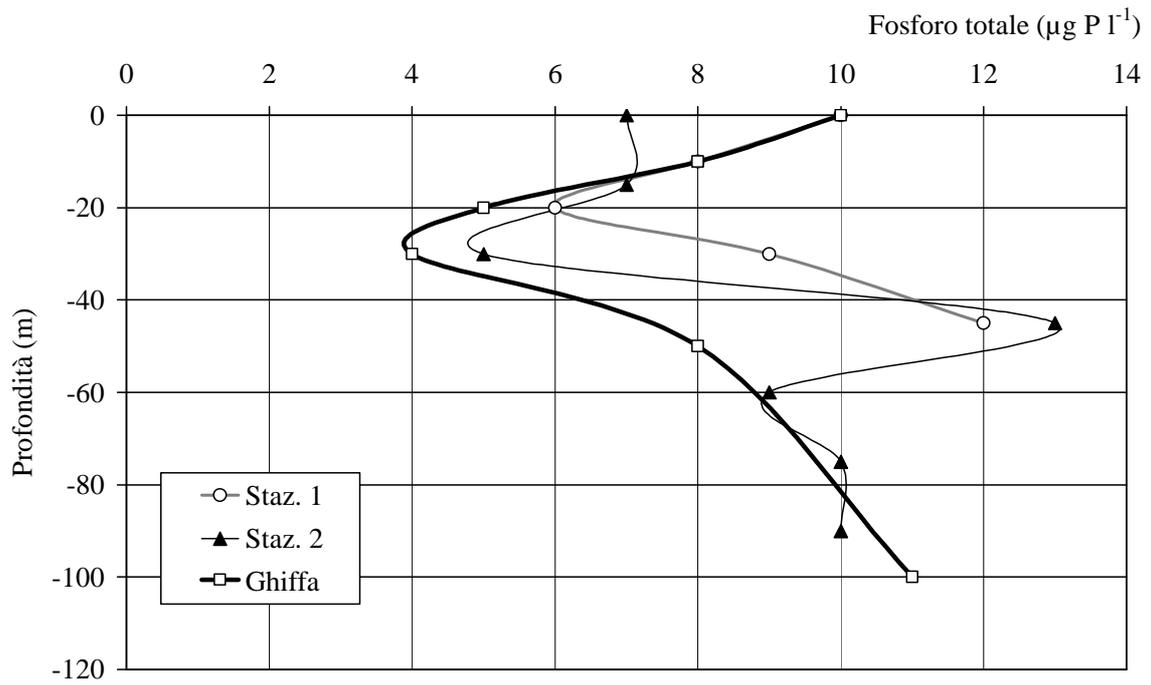


Fig. 18. Distribuzione verticale delle concentrazioni di fosforo totale nella zona interessata dallo scarico (stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

POPOLAMENTI PLANCTONICI

FITOPLANCTON

I campionamenti effettuati nel giugno 2010 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. Nel caso del campionamento di giugno 2010, tutte e tre le stazioni mostrano gli stessi valori di trasparenza (Tab. 5): 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. Il confronto fra le tre stazioni mostra, comunque, un'omogeneità anche per quanto riguarda le concentrazioni di clorofilla, indicando che, in questa occasione, il ruolo principale nell'assorbimento della radiazione luminosa è, probabilmente, svolto dai pigmenti algali: in questo caso, differenze nella densità complessiva delle alghe (Tab. 6) non sembrano avere influito sull'attenuazione della radiazione luminosa.

Per quanto riguarda la concentrazione della clorofilla *a*, che fornisce una indicazione complessiva della biomassa fitoplanctonica, in occasione del campionamento di giugno questo parametro ha mostrato la stessa concentrazione in tutte le stazioni campionate (Tab. 5). Le piccole differenze osservate rientrano nella variabilità del metodo analitico impiegato.

Tab. 5. 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>
14/06/2010	Staz. 1	4,50	4,18	0,76	4,61	0,15	0,91
14/06/2010	Staz. 2	4,50	4,20	0,80	4,66	0,15	0,94
10/06/2010	Ghiffa	4,50	3,78	1,27	4,52	0,30	1,14

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.

A carico degli altri popolamenti non si osservano differenze di densità e biovolume significative (Tab. 5): le più evidenti sono che, in generale, le stazioni 1 e 2 hanno una concentrazione di diatomee, crisoficee e criptoficee leggermente superiore rispetto a Ghiffa. Anche in questo caso, peraltro, le differenze osservate rientrano ampiamente nell'intervallo di errore previsto dal metodo analitico utilizzato.

Se consideriamo in dettaglio la struttura in specie del fitoplancton (Tab. 6), 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.

In occasione di questo campionamento si è osservata una variabilità tra campioni estremamente ridotta, con differenze quantitative che rientrano nell'errore statistico

associato alla metodica di conteggio delle cellule algali. Se consideriamo che, in questo caso, i campionamenti delle tre stazioni sono stati condotti a quattro giorni di distanza, i dati del Giugno 2010 sembrano confermare che maggiori differenze tra le stazioni, registrate in campionamenti precedenti, effettuati a più di una settimana di distanza, fossero legati alla variabilità temporale dei popolamenti algali, piuttosto che ad una diversa condizione ambientale tra i punti di prelievo. Poiché, analizzando la composizione specifica, non emerge la presenza di specie indicatrici di scarsa qualità delle acque lacustri, in nessuna delle tre stazioni, non si ritengono necessari ulteriori commenti sulla struttura delle comunità algali.

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.

Tab. 6. 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 (14/06/10) e di Ghiffa (10/06/10).

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
Ultraplancton	20825,0	8,3	28812,0	11,5	14584,2	5,8
<i>Aphanothece minutissima</i>	210,0	0,1	360,0	0,3		
<i>Apanocapsa elegans</i>	705,0	4,4	2080,0	13,1	940,0	5,9
<i>Cyanobium</i> sp.	5194,0	2,6	7595,0	3,8	5035,8	2,5
<i>Synechococcus</i> sp.	53,3	0,2	63,7	0,3	65,0	0,3
<i>Pseudanabaena voronichinii</i>	53,0	0,5	68,8	0,7	312,8	3,0
<i>Planktothrix rubescens</i>	371,4	23,8	217,2	13,9	377,1	24,1
<i>P. agardhii</i>	1241,0	72,0	630,8	36,6	820,5	47,6
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	87,8	8,5	30,6	3,0	47,5	4,6
<i>Tychonema bourellyi</i>	236,7	23,9	208,2	21,0	853,1	86,2
TOTALE CYANOBACTERIA	8152,2	136,0	11254,3	92,7	8451,8	174,2
<i>Melosira varians</i>	1,2	3,2				
<i>Cyclotella comensis</i>	188,5	58,8	331,5	103,4	58,5	18,3
<i>C. comensis</i> morf. <i>minima</i>	3,9	0,1	27,3	1,0	45,5	1,6
<i>C. ocellata</i>	9,1	12,5	2,6	3,6	14,3	19,6
<i>C. atomus</i>	6,5	0,3	28,6	1,4	44,2	2,2
<i>C. glabriuscula</i>	26,0	11,3	41,6	18,1		
<i>Stephanocostis chantaicus</i>			75,4	4,3	26,0	1,5
<i>Stephanodiscus parvus</i>					9,1	1,0
<i>S. alpinus</i>			2,6	8,1		
<i>Tabellaria flocculosa</i>	338,6	895,1	252,4	657,6	239,6	632,7
<i>Diatoma tenue</i>	17,2	16,8	18,0	17,6	27,6	26,9
<i>D. ehrenbergii</i>			0,8	3,2	1,4	5,7
<i>Fragilaria crotonensis</i>	383,2	319,6	243,6	203,2	245,8	205,0

Tab. 6. Segue.

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
<i>Asterionella formosa</i>	47,0	19,4	36,4	15,0	52,2	21,5
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	2,0	0,8	2,0	0,8	0,8	0,3
<i>R. longiseta</i>	1,8	0,5	2,0	0,5	1,6	0,4
TOTALE BACILLARIOPHYCEAE	1025,6	1340,7	1066,0	1042,4	768,0	943,1
<i>Mallomonas zellensis</i>	4,8	19,5	3,6	14,6	2,0	8,1
<i>M. caudata</i>					0,4	2,4
<i>M. elongata</i>	0,2	0,6				
<i>M. akrokomos</i>	2,6	0,8				
<i>Chrysochromulina parva</i>	533,0	27,0	534,3	27,1	521,3	26,4
<i>Chrysamoeba</i> sp.	16,9	2,3	79,3	10,6	14,3	1,9
<i>Pseudokephyrion</i> sp.	55,9	1,7	31,2	0,9	11,8	0,3
<i>Uroglena americana</i>	32,5	2,0	10,4	0,6	13,0	0,8
Cfr. <i>Ochromonas</i> sp.	232,7	2,2	522,6	4,9	258,7	2,4
<i>Dinobryon divergens</i>	175,2	69,6	262,8	104,3	112,8	44,8
<i>D. sociale</i>	50,6	6,1				
TOTALE CHRYSOPHYCEAE	1104,4	131,8	1444,2	163,0	934,3	87,1
<i>Katablepharis ovalis</i>	157,3	30,7	157,3	30,7	156,0	30,4
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	526,5	47,9	435,5	39,6	302,9	27,6
<i>Rhodomonas minuta</i>	101,4	16,9	174,2	29,1	78,0	13,0
<i>R. lens</i>	7,8	2,4	11,7	3,5	10,4	3,1
<i>Cryptomonas erosa</i>	7,8	14,1	13,0	23,4	3,9	7,0
<i>Cryptomonas</i> sp.			3,9	9,0	3,9	9,0
TOTALE CRYPTOPHYCEAE	800,8	112,0	795,6	135,3	555,1	90,1
<i>Gymnodinium helveticum</i>	2,4	24,2	1,2	12,1	1,4	14,1
<i>G. uberrimum</i>	1,0	9,7	0,6	4,1	0,2	1,9
<i>Gymnodinium</i> sp.			15,6	15,0		
<i>Peridinium</i> sp.			0,4	17,9		
<i>Ceratium hirundinella</i>	0,2	14,5	1,4	101,2	0,2	14,5
TOTALE DINOPHYCEAE	3,6	48,4	19,2	150,3	1,8	30,5
<i>Sphaerocystis schröteri</i>	28,6	4,6	14,8	2,4	8,4	1,4
<i>Oocystis lacustris</i>	0,8	0,3	2,0	0,7	0,8	0,3
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	6,4	1,4	21,2	4,5	12,8	2,7
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0,4	0,1			1,2	0,2
<i>Ankyra lanceolata</i>	2,6	0,1			3,9	0,2
<i>Mougeotia</i> sp.	31,2	27,4	30,8	27,0	23,2	20,3
<i>Closterium aciculare</i>	2,6	15,3	2,0	11,7	1,0	5,9
<i>C. pronum</i>	0,8	5,3	0,2	1,3	0,6	4,0
<i>Staurostrum gracile</i>			0,8	7,9		
<i>Cosmarium depressum</i>	0,4	9,6	0,8	19,2		
TOTALE CHLOROPHYTA	73,8	64,1	72,6	74,7	51,9	35,0
TOTALE GENERALE	31985,4	1841,3	43463,9	1669,9	25347,1	1365,8

ZOOPLANCTON

In tabella 7 sono riportati i dati relativi alle densità di popolazione dello zooplankton rilevate nelle due stazioni del lago situate in prossimità della foce del Torrente San Bernardino, 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) nel corso del campionamento di giugno del 2010.

Tab. 7. Composizione tassonomica e densità di popolazione dello zooplankton nelle due stazioni prossime alla Foce del Torrente San Bernardino ed in quella pelagica di Ghiffa nel giugno del 2010.

		STAZIONE 1	STAZIONE 2	GHIFFA
		ind m ⁻³	ind m ⁻³	ind m ⁻³
<i>Eudiaptomus padanus</i>	adulti	436	248	551
<i>Cyclops abyssorum</i>	adulti	40	87	149
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	adulti	7	81	45
Calanoida	nauplii	1336	966	3696
	copepoditi	1812	1060	2971
Cyclopoida	nauplii	1705	1792	4719
	copepoditi	812	665	1080
	Totale Copepodi	6148	4897	13211
<i>Daphnia hyalina-galeata</i>		1007	1128	1586
<i>Eubosmina longispina-coregoni</i>		255	27	52
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		134	141	89
<i>Alona guttata</i>		13	0	0
<i>Leptodora kindtii</i>		13	20	15
<i>Bythotrephes longimanus</i>		0	7	82
<i>Polyphemus pediculus</i>		13	0	0
	Totale Cladoceri	1435	1323	1824
<i>Asplanchna priodonta</i>		349	255	1558
<i>Keratella cochlearis</i>		4946	5034	14601
<i>Keratella quadrata</i>		698	819	1431
<i>Ploesoma hudsoni</i>		0	7	0
<i>Synchaeta oblonga</i>		0	20	109
<i>Synchaeta tremula</i>		10738	8523	26060
<i>Trichocerca</i> sp.		9248	7322	10534
<i>Polyarthra vulgaris-dolichoptera</i>		8671	9242	6458
<i>Polyarthra maior</i>		268	141	679
<i>Kellicottia longispina</i>		1866	1745	3813
<i>Filinia longiseta</i>		134	141	417
<i>Conochilus unicornis-hippocrepis</i>	individui	8221	22792	27464
<i>Euchlanis</i> gr. <i>dilatata parva</i>		40	54	27
<i>Pompholyx sulcata</i>		0	47	18
<i>Lecane luna</i>		7	0	0
<i>Notholca acuminata labis</i>		691	651	1306
<i>Ascomorpha ovalis</i>		0	40	27
<i>Gastropus stylifer</i>		0	0	18
<i>Collotheca</i> sp.		0	13	299
	Totale Rotiferi	45877	56846	94819

L'analisi dei dati consente di evidenziare, alla pari di quanto osservato nel giugno dello scorso anno, una tendenza al graduale aumento della densità numerica dalla stazione

più prossima alla riva (stazione 1) a quella ubicata nella zona ove il lago raggiunge la sua massima profondità (Ghiffa). Tuttavia, tale incremento non risulta accompagnato da modificazioni nella struttura del popolamento zooplanctonico: come si può osservare dall'analisi del grafico in figura 19, le tre stazioni presentano una sostanziale omogeneità nell'importanza relativa delle tre componenti del popolamento zooplanctonico. Il grafico mostra anche come in tutte e tre le stazioni prevalgano i Rotiferi, vale a dire, la componente del popolamento a più basse dimensioni corporee.

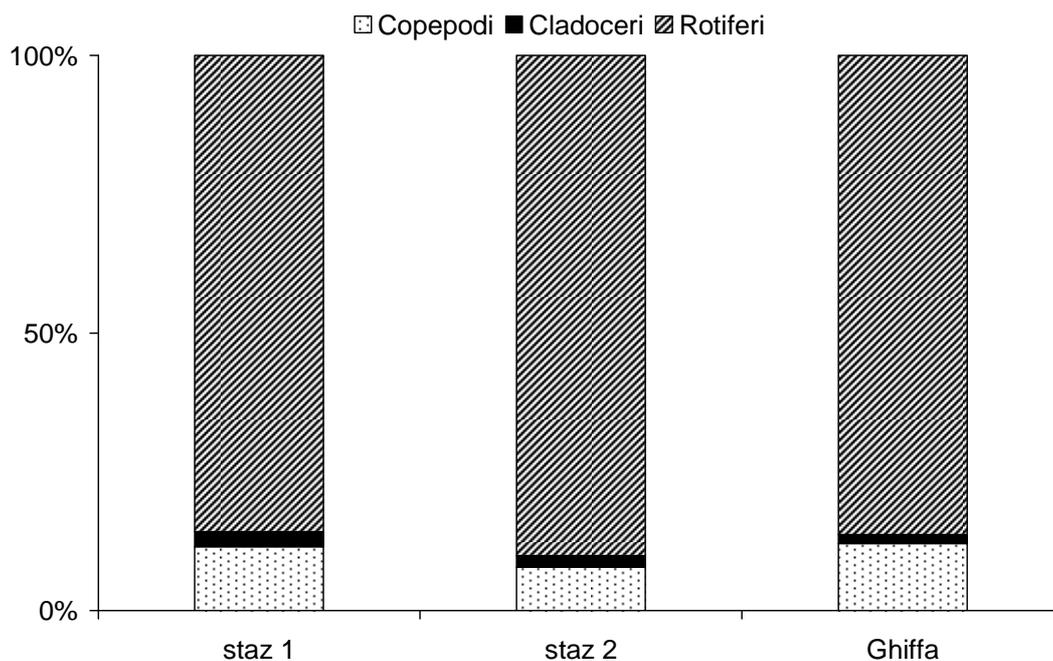


Fig. 19. Struttura del popolamento zooplanctonico nelle due stazioni prossime alla Foce del Torrente San Bernardino e in quella pelagica di Ghiffa nel giugno del 2010.

Un'analisi della struttura del popolamento a Rotiferi (Fig. 20) consente di evidenziare la dominanza, soprattutto nella stazione 2, della specie *Conochilus hippocrepis*, presente con colonie sferiche di dimensioni ragguardevoli, con diametro intorno al millimetro. Seguono, in ordine d'importanza, la specie *Synchaeta tremula* e quelle del genere *Trichocerca*. Inoltre, nelle due stazioni prossime alla foce del Torrente San Bernardino risulta aumentata l'importanza di specie di *Polyarthra* del gruppo *vulgaris dolichoptera*; come sottolineato in precedenti rapporti, esse tendono ad occupare strati d'acqua ove la luce è in qualche modo attenuata (dalla presenza di particelle di detrito).

L'analisi di dati in tabella 7 consente inoltre di evidenziare come la presenza numerica dei Copepodi sia maggiore nella stazione di Ghiffa. L'incremento risulta determinato sia dai Ciclopidi, delle specie *Mesocyclops leuckartii* e *Cyclops abyssorum*, sia dai Diaptomidi (*Eudiaptomus padanus*), le quali presentano valori da doppi a tripli di quelli rinvenuti nelle stazioni più prossime alla foce del torrente. Anche in questo caso, tuttavia, la struttura del popolamento non differisce in modo significativo nelle tre stazioni considerate (Fig. 21).

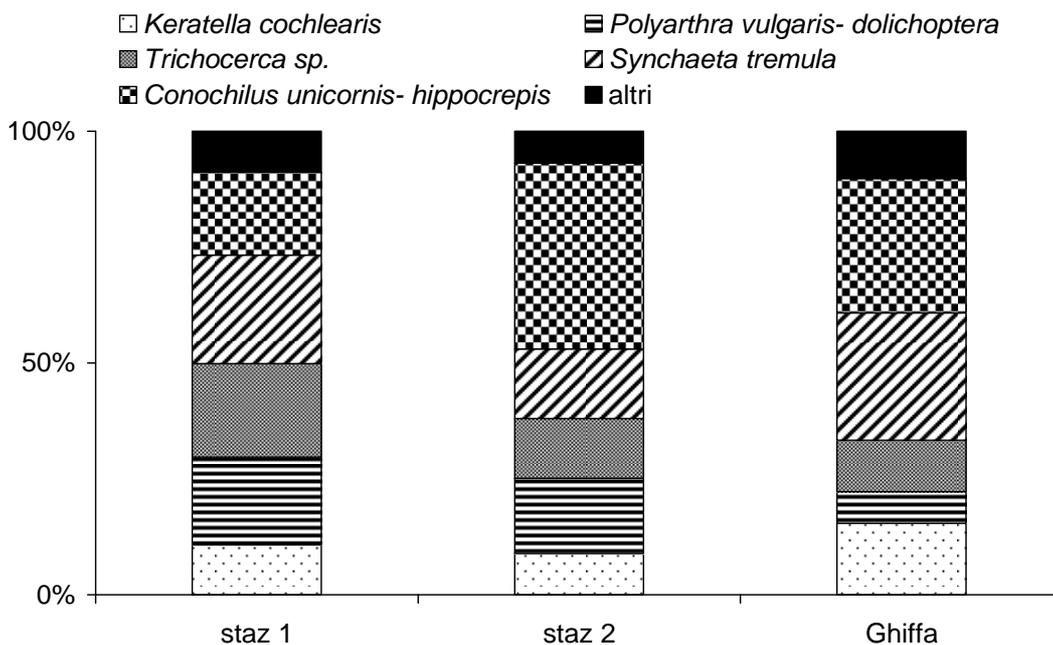


Fig. 20. Struttura del popolamento a Rotiferi nelle due stazioni prossime alla Foce del Torrente San Bernardino e in quella pelagica di Ghiffa nel giugno del 2010.

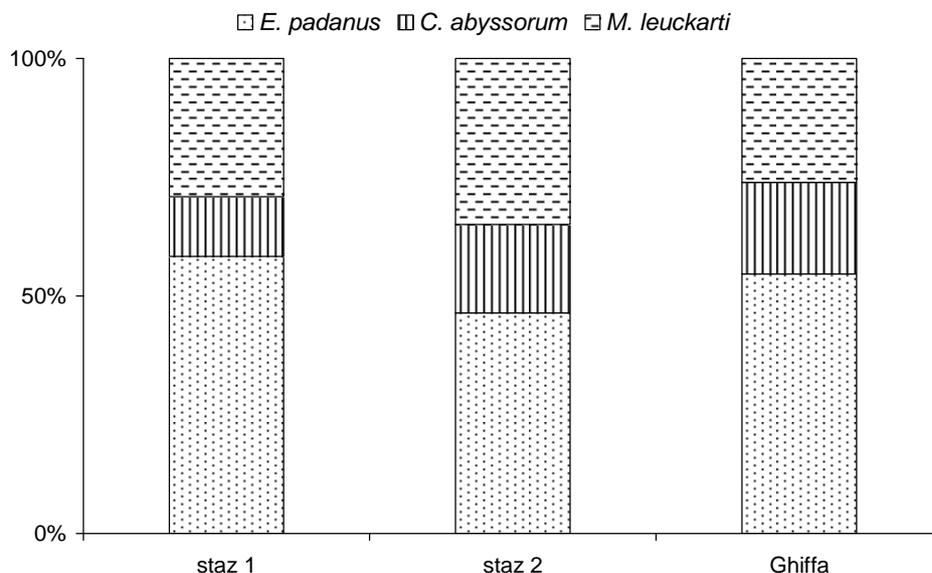


Fig. 21. Struttura del popolamento a Copepodi nelle due stazioni prossime alla Foce del Torrente San Bernardino e in quella pelagica di Ghiffa nel giugno del 2010.

La densità di popolazione dei Cladoceri, la componente del popolamento numericamente meno importante, ma quella dominante in termini di biomassa, risulta omogenea nelle tre stazioni campionate (cfr. Tab. 7). Tuttavia, un'analisi più accurata rivela alcune interessanti differenze (Fig. 22) strutturali. La stazione 1 risulta caratterizzata dalla presenza di specie litorali, quali *Eubosmina longispina*, *Alona guttata* e *Polyphemus pediculus*. Quest'ultimo è un vorace predatore visivo, con funzioni simili a

quelle di *Bythotrephes longimanus*, specie che tende a prevalere nella stazione di acque più profonde.

Dal complesso dei dati da noi ottenuti si può dunque concludere che le differenze tra le diverse stazioni campionate siano fisiologiche, e attribuibili alla diversa influenza del litorale sul pelago lacustre.

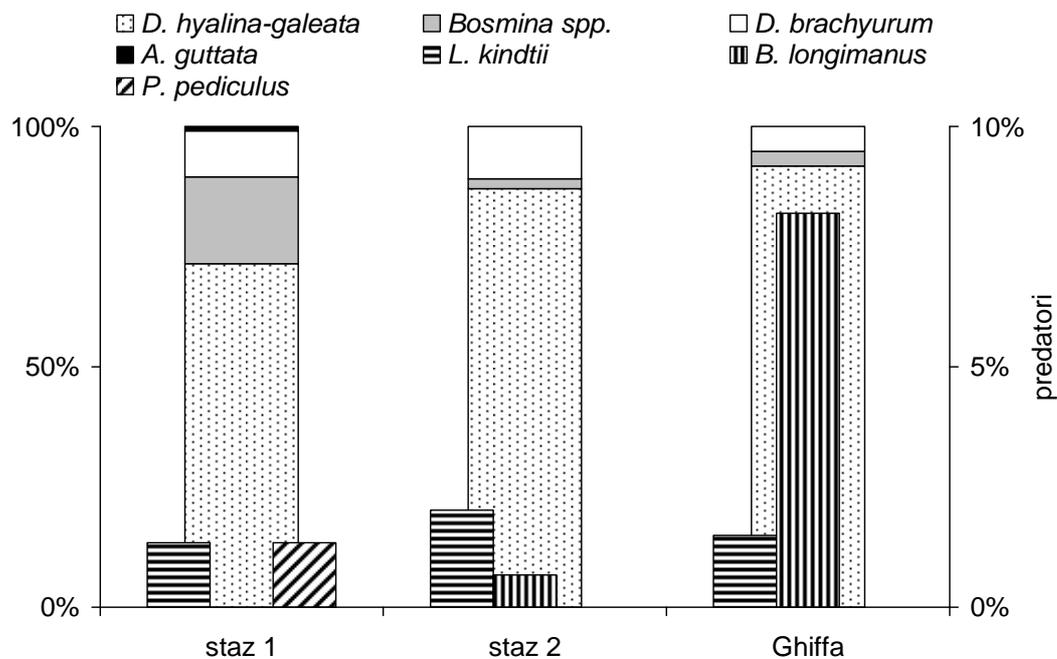


Fig. 22. Struttura del popolamento a Cladoceri nelle due stazioni prossime alla Foce del Torrente San Bernardino ed in quella pelagica di Ghiffa nel giugno del 2010. Gli istogrammi a righe si riferiscono ai predatori, la cui scala di riferimento è riportata nell'asse y di destra.