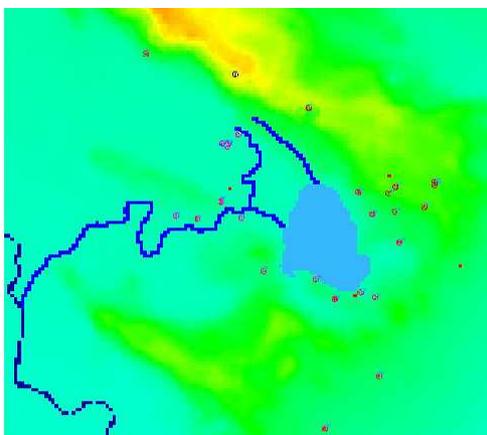
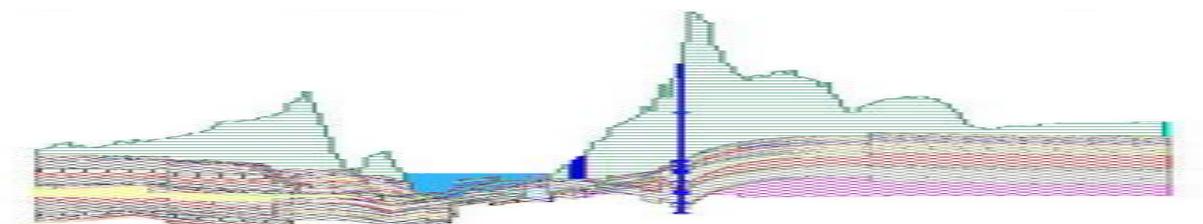




Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Relazione sullo stato avanzamento dei lavori del “Progetto di recupero del Lago di Viverone”



Il Direttore del CNR-ISE
(Dott. Riccardo de Bernardi)

Il Dirigente Responsabile
(Dott.ssa Antonella Pannocchia)

Dicembre 2005



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Autori:

Alcide Calderoni – CNR-ISE

Gaetano Galanti – CNR-ISE

Marzia Ciampittiello – CNR-ISE

Alessandro Oggioni – CNR-ISE

Chiara Cisaro - ARPA

Matteo Massara – ARPA

Aldo Tocchio - ARPA

Francesca Vietti – ARPA



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.1 Supporto scientifico ai previsti interventi di installazione, avviamento, trasferimento dati dalle stazioni di misura delle portate sulla Roggia di Piverone e Roggia Fola, con elaborazione dei dati raccolti.

Al fine di individuare gli apporti superficiali a lago, provenienti dal bacino e dovuti alla parte di pioggia incanalata nelle rogge e a quella che costituisce il run off, è stato necessario posizionare misuratori di portata su alcuni corsi d'acqua drenanti sottobacini campione compresi nel bacino imbrifero del Lago di Viverone nonché un misuratore del livello del lago.

Il CNR ISE non è entrato nel merito della scelta della strumentazione, ma ha verificato il posizionamento della stessa, sia per quanto riguarda il misuratore di livello del lago, che per i misuratori di livello posti sulle Rogge Fola-Violana e Piverone (o Carriola), entrati in funzione alla fine del mese di Luglio 2004. La roggia Fola, immissario della roggia Violana, rappresenta l'emissario del lago mentre la roggia Piverone drena uno dei sottobacini di maggiore ampiezza, scelto per il calcolo del carico diffuso di nutrienti al lago.

Oltre ai misuratori di livelli posizionati all'interno del bacino, si sono analizzati i dati di Umidità, Pioggia e Temperatura misurati dalla centralina meteorologica regionale di Piverone sita sulla riva del lago. Questi dati saranno correlati con i dati di portata per poter definire il bilancio idrologico del lago. A tal fine si è proceduto con il calcolo dei valori medi mensili dei due parametri principali, pioggia e temperatura, con il tracciamento dei grafici relativi al loro andamento, e con la verifica che tale andamento, per l'anno in studio, sia stato o meno in sintonia con quello definito dalla classificazione climatica ricavata dal *Settore Meteoidrografico e reti di Monitoraggio* della Regione Piemonte e pubblicata nella *COLLANA STUDI CLIMATOLOGICI IN PIEMONTE, Volume 1, "Distribuzione regionale di Piogge e Temperature"*, per quanto riguarda la zona del Lago di Viverone.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.1.1 La Temperatura

I dati di temperatura registrati per il periodo Agosto 2004 - Agosto 2005 sono riportati nella tabella 2.1.1.a

Tab 2.1.1a – Valori di temperatura medi giornalieri in °C per l'anno in studio Agosto 2004 - Agosto 2005, unitamente ai valori medi, massimi e minimi mensili e annuale.

	Ago 2004	Set 2004	Ott 2004	Nov 2004	Dic 2004	Gen 2005	Feb 2005	Mar 2005	Apr 2005	Mag 2005	Giu 2005	Lug 2005	Ago 2005
1	27	18.9	18.6	14	5.30	2.4	5.2	-2.3	11.5	21.1	21.2	24.3	24.8
2	26.6	21.5	17.30	15.9	5.20	3.3	4.2	-2.6	11.5	20.9	21.5	23.9	19.4
3	24.8	22.8	17.40	16.4	5.50	5.7	7.2	-2.1	10.1	19.4	22.3	25.1	23
4	22.6	24.2	17.50	14.9	5.00	4.8	3.8	1.4	10.6	17.2	22.8	23.1	23.8
5	22.8	24.4	17.40	15	6.5	3.4	1.6	0.9	11.5	16.9	23.1	22.1	22.4
6	24.4	21.8	19.20	14.4	6.3	4.5	2	4	12.5	17.9	19.8	19.9	21.6
7	24.5	21.2	18.50	10.7	8.8	3.1	0.1	3.4	11.3	18.6	21.8	20.8	21.8
8	23.4	21.4	19.10	6.8	7.5	2.3	1.2	5.2	9.3	19.4	18.3	20.1	20.2
9	22.7	21.6	18.80	5.1	9	3.9	1.1	7.2	7.9	16	17.8	18.6	21.7
10	23.1	21.4	17.70	4.9	7.2	4.2	3.1	7.4	9.9	12.7	18.5	18	21.4
11	23.3	21.5	13.80	5.8	5.9	3.4	5.2	6.1	9.8	14.8	n.p.	22.7	21.1
12	23.6	19.4	10.20	8.5	5.7	2	5.6	7.2	10.1	15.9	18.1	23.5	22.3
13	24.2	18.9	10.1	10.4	4.4	3.4	9	8.3	13.4	17.2	17.3	23.7	22.9
14	24.6	17.8	9.9	7.6	3.5	2.2	6.1	9.1	13.9	14.7	16.4	25.7	22.3
15	22.7	19.3	9.9	5.4	3.5	-1.1	4.8	10.4	11.8	16.3	20.3	26.2	22.7
16	22.1	16.6	10.3	4.6	3.7	-0.8	2.3	11.6	8.9	14.6	23.9	25.9	22.2
17	21.5	18.1	10.4	4.9	3.7	-1.9	3.2	13.4	8.6	14.3	24	26.9	23.4
18	22.5	17.8	10	5.9	6.8	-1.9	1.9	16.5	12.3	16	25.6	24.6	22.7
19	23.9	18.2	10.2	9.7	3.1	2.6	1.6	17.9	10	17.9	26.1	23.1	24
20	24.5	19.2	12.1	4.2	2.6	4.1	1.1	13.9	12.5	18.8	25.7	24.5	19.4
21	22.4	19.1	14.5	3.9	0.8	13.7	1	12.3	13.2	19.3	26.5	25.3	15.9
22	19.8	19.5	14.8	3.2	-0.2	8.8	-0.8	11.1	10.7	19.3	27.1	24	18.6
23	20.5	21.1	15.4	5.4	0.3	2.5	0.8	11.9	10.7	16.1	27.5	22.5	21.2
24	19.7	18.90	15.4	5.5	-0.1	1.1	0.4	12.2	10.1	18.3	25.6	22.9	22.4
25	21.1	14.30	15.5	5.6	0.8	0.8	1.9	13.2	11.4	20.6	24.4	24.5	22
26	21.6	15.70	14.7	6.40	1.2	-0.5	1.7	12.3	15.1	21.9	27	25.8	22.3
27	20.8	14.3	15.4	6.30	4.7	0.5	1.8	11	16.1	23.7	29.6	27.3	19.7
28	20.3	14.9	12.7	3.50	4.7	-1.9	-0.8	15.6	17.6	25	29.1	28.3	20.1
29	22	14.9	12.1	5.10	5.1	-2.7		13	19.2	25.3	25.8	26.6	22.2
30	21.6	16.9	13	6.40	3.2	-1.8		12.8	19.9	23.7	24.5	25.7	22.9
31	22.5		14.1		1.3	0		13.1		24.5		26.1	23.4
Medi	27	24.4	19.2	16.4	9	13.7	9	17.9	19.9	25.3	29.6	28.3	24.8
Max	22.81	19.19	14.39	7.88	4.23	2.3	2.7	8.9	12.0	18.7	23.2	23.9	21.7
Min	19.7	14.3	9.9	3.2	-0.2	-2.7	-0.8	-2.6	7.9	12.7	16.4	18	15.9

Anno
20.3 Medi
23.93 Max
-2.7 Min

Confrontando l'intero anno 2004, e l'anno 2005 fino ad Ottobre, con l'anno medio di riferimento riportato nell'Atlante Climatologico del Piemonte (Tabella 2.1.1.b) si osserva che entrambi gli anni hanno fatto registrare temperature piuttosto elevate nei mesi estivi, negli ultimi mesi del 2004 e a Maggio nel 2005.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Tab. 2.1.1b – Valori medi di temperatura per l’anno 2004 e 2005 posti a confronto con quelli di riferimento dell’Atlante Climatologico del Piemonte (1951-1986).

	Temperature medie (°C) ANNO 2004	Temperature medie (°C) Atlante Climatologico del Piemonte	Temperature medie (°C) ANNO 2005
Gennaio	2.5	1.5	2.3
Febbraio	4.3	3.6	2.7
Marzo	7.7	7.9	8.9
Aprile	12.3	12.1	12.0
Maggio	15.8	16.5	18.7
Giugno	22.0	20.4	23.2
Luglio	23.6	23	23.9
Agosto	22.8	22	21.7
Settembre	19.2	18.3	18.9
Ottobre	14.4	12.7	12.9
Novembre	7.9	6.9	
Dicembre	4.2	2.9	
Anno	13.1	12.5	14.5

Risulta pertanto evidente che nell’anno in studio i valori medi risultano molto più elevati rispetto a quelli di riferimento.

Il valore minimo è pari a -2,7 °C, registrato a Gen naio 2005, il massimo 23,9°C, registrato a Luglio 2005.

Se si riportano su un grafico i valori di temperatura, si nota che comunque l’andamento durante l’anno risulta pressoché lo stesso sia per il 2004 che per il 2005, in sintonia con quello della serie di riferimento (1951-1986).

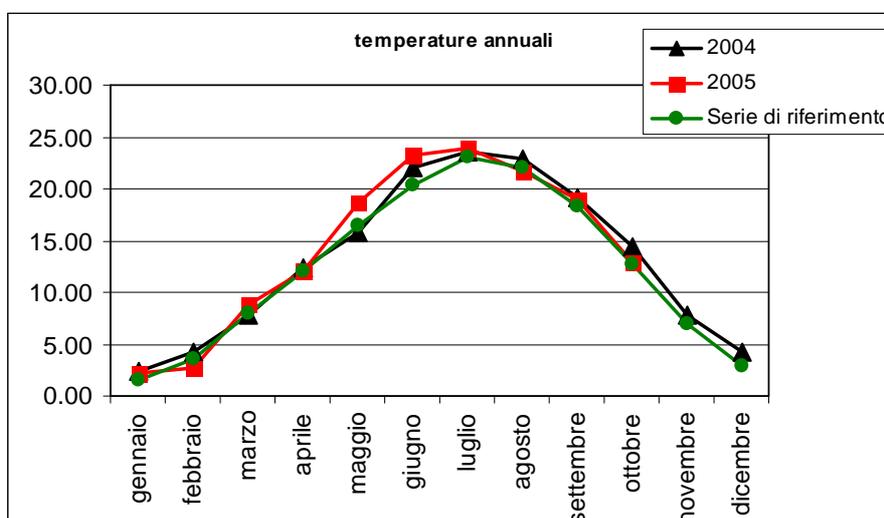


Figura 2.1.1a – Andamento mensile delle temperature.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Per quanto riguarda la temperatura, secondo la classificazione climatica dell'Atlante Climatologico del Piemonte, il bacino imbrifero del Lago di Viverone risulta inserito nella zona temperata continentale.

2.1.2 La Pioggia

Anche per quanto riguarda la pioggia, il periodo di studio va dall'Agosto 2004 all'Agosto 2005 (Tab. 2.1.2.a).

La pioggia registrata nel periodo è di 874 mm, con un massimo di quasi 146 mm ad Agosto 2004 e un minimo di 3,6 mm a Gennaio 2005.

Se si considera l'intero anno 2004, il totale di pioggia risulta di 1011 mm; se si considera invece la pioggia fino al mese di Ottobre i valori totali parziali risultano di 736 mm per il 2004 e 702 mm per il 2005.

Tab 2.1.2a – Valori giornalieri di pioggia, in mm e giorni di pioggia, per l'anno Agosto 2004 - Agosto 2005, unitamente ai totali mensili e annuo.

	Ago 2004	Set 2004	Ott 2004	Nov 2004	Dic 2004	Gen 2005	Feb 2005	Mar 2005	Apr 2005	Mag 2005	Giu 2005	Lug 2005	Ago 2005
1	0	0.8	0	16.6	0.2	0	0	1.6	0	0	0	0	12.4
2	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0	0	0	0	7.2
3	27.8	0	0	0	0	0	0	1.4	0	1.6	0	0	0
4	3.6	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0.8	1.6	7.6	0
5	12.8	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0
6	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0.6	0	0.2	0.2	0	0	1.8	0	0	0	0
8	11.8	0	0	0	0	0	0	0	21.8	0	0	1.6	0
9	2.2	0	1.4	0	0	0	0	0	21.2	0	0	4.2	0
10	32.2	0	9.8	0.2	0	0.2	0	0	0	0.6	0	19	0
11	21.2	0	17.6	7.2	0	0	0	0	1.4	0	n.p.	0	0
12	14	1.2	2.8	2	0	0	0	0	1.4	0	0	0	0
13	0	1.8	0	0.2	0	0.2	0	0	0	0	1	0.6	0
14	0	6.8	0.4	0	0.2	0	0	0	7	2.8	26.4	0	0
15	0	14.4	1.8	0	0	0.2	0	0	2.4	0	0	0	0
16	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	19.6	7	0	0	0
17	10.4	0	0	0	0.2	0	0	0	2.4	4	0	0	0
18	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	10.4	0	18.8	0
19	4	0.2	1	0	0	2.8	0	0	4.8	0	0	0	2.2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
21	0	0	0	0	0	0	0.8	0	1.6	0	0	0	4
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	0	0	0.6
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	0	0	0
24	3	0	0	0	0	0	0.2	1.8	22.8	0	0	0	0
25	0	0	2	0	8.4	0	1.6	0	5.8	0	0.6	0	0
26	0	0	21.6	0	33.6	0	0	26	0.2	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	23.4
28	0	0	30	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
29	0	0	12.8	40.4	0	0		22.6	0	0	27.6	0.2	0
30	0	0	0	31.6	0	0		5.8	0	0	3	0.2	0
31	0		3		0	0		19.8		0		0	0
TOT	145.8	25.4	105	127	43.2	3.6	8.6	82.4	115.8	32.2	60.6	52.8	71.8
Ng>0	12	7	14	9	8	5	4	7	15	9	8	9	7

Anno
874.2
114



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Rispetto al periodo di riferimento (1951-1986) dell'Atlante Climatologico del Piemonte, si nota come l'anno 2004 è stato caratterizzato da una pioggia annua leggermente inferiore alla media pluriennale (Tab.2.1.2.b).

Tab. 2.1.2b – Valori totali di pioggia per l'anno 2004 e 2005 posti a confronto con quelli dell'Atlante Climatologico del Piemonte (1951-1986).

	Precipitazioni medie (mm) Anno 2004	Precipitazioni medie (mm) Atlante climatologico del Piemonte	Precipitazioni medie (mm) Anno 2005
Gennaio	40	49	4
Febbraio	111	59	9
Marzo	42	91	82
Aprile	194	104	116
Maggio	135	120	32
Giugno	7	112	61
Luglio	36	74	53
Agosto	146	87	72
Settembre	25	87	177
Ottobre	105	112	98
TOT	841	894	702
Novembre	127	111	
Dicembre	43	59	
Anno	1011	1077	

Rispetto ai valori mensili di riferimento si nota come soprattutto i primi mesi del 2005 siano caratterizzati da scarse piogge, unitamente ai mesi di Maggio e Giugno dello stesso anno, mentre risultano molto al di sotto della media pluriennale, nel 2004, i soli mesi di Giugno e Settembre.

Si può dire quindi che, la quantità di pioggia presa in considerazione per l'anno in studio (Agosto 2004 - Agosto 2005), è inferiore a quella del periodo di riferimento sostanzialmente per la scarsità di pioggia caduta nei primi mesi e nella tarda primavera del 2005.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

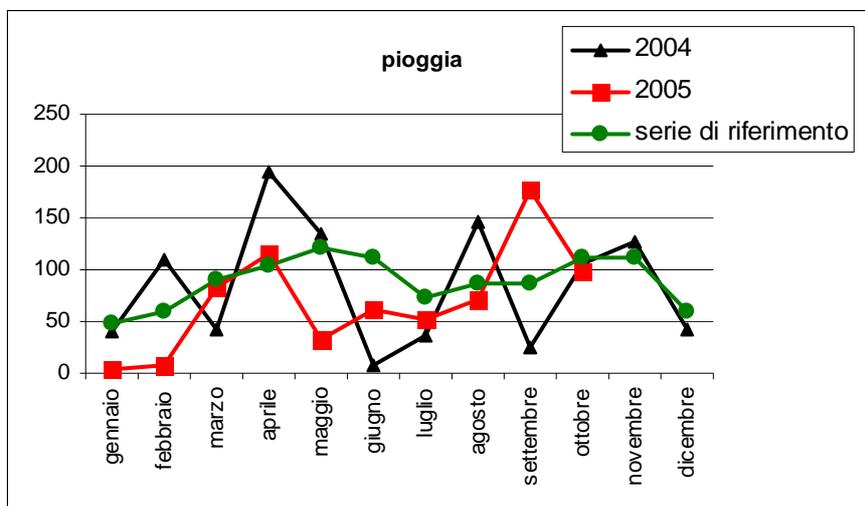


Figura 2.1.2a – Andamento mensile della pioggia.

La classificazione Regionale per quanto riguarda il regime delle piogge, identifica l'areale in studio, come di tipo sub-litoraneo padano, caratterizzato da due massimi nelle stagioni intermedie e due minimi, in inverno e in estate, senza particolari periodi prolungati di siccità. Tale classificazione è ben rappresentata dal periodo di riferimento (1951-1986), risulta meno evidente per gli altri due anni a confronto, in particolare per il 2004. Infatti, in quest'ultimo anno, l'andamento delle piogge risulta piuttosto variabile con due massimi anomali a Febbraio ed Agosto ed con un picco ad Aprile; con tre minimi a Marzo, Giugno e Settembre. L'andamento pluviometrico del 2005 risulta più regolare e simile a quello del periodo di riferimento, anche se caratterizzato da minori precipitazioni.

2.1.3 Le Portate e i Livelli

Diverso è stato il funzionamento della strumentazione posta sulle due Rogge monitorate, la Roggia Piverone (o Carriola), immissario del Lago di Viverone e la Roggia Fola, emissario del lago ed affluente della Roggia Violana.

Si sono registrati alcuni malfunzionamenti dell'idrometro a pressione, posto sulla Roggia Piverone, nel primo mese di acquisizione, Agosto 2004 e a Giugno, Luglio (a causa dello spegnimento dello strumento), Agosto e Novembre 2005 (Tab 2.1.3a).

I problemi riscontrati risultano imputabili sostanzialmente alla particolarità della sezione e delle caratteristiche idrologiche della roggia: piccoli tiranti idrici su una larga sezione per la



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

maggior parte dell'anno, ma soggetti a repentini innalzamenti ed abbassamenti per eventi meteorologici brevi ed intensi. Queste caratteristiche particolari mal si adattano ad uno strumento ad alta precisione e particolarmente sensibile ai bruschi innalzamenti di livello, come quello a pressione, che è risultato comunque particolarmente delicato anche rispetto ad interferenze esterne e alla sua continua operatività.

I dati ottenuti risultano pertanto non totalmente affidabili, da un punto di vista delle portate giornaliere e di quelle in corrispondenza di eventi meteorologici intensi, ma sufficientemente attendibili per una indicazione media mensile ed annuale della quantità d'acqua veicolata al lago, dalla Roggia.

Nella tabella 2.1.3a sono riportati i valori giornalieri e medi mensili del periodo in studio, con l'indicazione dei valori non attendibili.

Come è possibile verificare dai valori medi mensili, le portate che arrivano al lago, mediamente raggiungono al massimo 1,64 m³/s, ma si mantengono nell'intorno di 0,0025 m³/s (pari a 2,5 l/s), toccando valori molto bassi di 0,3 l/s.

Tab. 2.1.3a – Portate medie giornaliere in m³/s della Roggia Piverone, per il periodo Agosto 2004 – Ottobre 2005.

	Agosto 2004	Settembre 2004	Ottobre 2004	Novembre 2004	Dicembre 2004	Gennaio 2005	Febbraio 2005	Marzo 2005	Aprile 2005	Maggio 2005	Giugno 2005	Luglio 2005	Agosto 2005	Settembre 2005	Ottobre 2005	Anno
1	0.014	0.007	0.005	0.048	0.080	0.037	0.026	0.023	0.127		0.016	0.003	0.016	0.005	0.007	0.026
2	0.014	0.009	0.005	0.197	0.049	0.036	0.023	0.021	0.054		0.015	0.003	0.015	0.005	0.025	0.026
3	0.064	0.004	0.007	0.053	0.038	0.034	0.024	0.021	0.040		0.015	0.003	0.015	0.006	0.072	0.026
4	0.020	0.005	0.006	0.029	0.032	0.033	0.024	0.022	0.035		0.015	0.004	0.015	0.007	0.080	0.026
5	0.025	0.005	0.006	0.023	0.029	0.033	0.024	0.023	0.032		0.015	0.004	0.018	0.006	0.026	0.026
6	0.018	0.005	0.006	0.019	0.027	0.031	0.025	0.022	0.031		0.015	0.005	0.019	0.007	0.031	0.026
7	0.008	0.006	0.006	0.018	0.026	0.031	0.022	0.022	0.031		0.015	0.004	0.018	0.006	0.091	0.026
8	0.026	0.006	0.007	0.016	0.025	0.030	0.021	0.022	0.077		0.014	0.005	0.017	0.020	0.050	0.026
9	0.013	0.005	0.006	0.016	0.025	0.031	0.020	0.023	0.142		0.010	0.006	0.018	0.089	0.030	0.026
10	0.014	0.004	0.027	0.016	0.025	0.030	0.020	0.025	0.088		0.006	0.024	0.019	0.017	0.023	0.026
11	0.067	0.003	0.025	0.018	0.023	0.030	0.022	0.027	0.060		0.007	0.006	0.024	0.428	0.021	0.026
12	0.018	0.005	0.014	0.027	0.023	0.029	0.023	0.029	0.053		0.011	0.006	0.019	0.070	0.019	0.026
13	0.016	0.004	0.005	0.025	0.022	0.029	0.024	0.028	0.050	0.022	0.008	0.008	0.021	0.024	0.018	0.026
14	0.011	0.005	0.004	0.029	0.022	0.028	0.022	0.027	0.045	0.025	0.040	0.007	0.028	0.015	0.016	0.026
15	0.010	0.005	0.004	0.023	0.023	0.028	0.023	0.028	0.044	0.025	0.015	0.005	0.026	0.012	0.016	0.026
16	0.009	0.008	0.004	0.023	0.023	0.028	0.020	0.028	0.123	0.038	0.014	0.005	0.023	0.011	0.016	0.026
17	0.025	0.003	0.004	0.021	0.025	0.028	0.020	0.029	0.086	0.028	0.012	0.004	0.021	0.014	0.016	0.026
18	0.023	0.002	0.004	0.022	0.024	0.029	0.020	0.030	0.063	0.042	0.010	0.007	0.019	0.013	0.018	0.026
19	0.020	0.002	0.005	0.028	0.022	0.030	0.021	0.029	0.064	0.025	0.007	0.007	0.025	0.012	0.019	0.026
20	0.014	0.002	0.007	0.037	0.022	0.028	0.022	0.030	0.057	0.021	0.005	0.009	0.024	0.011	0.019	0.026
21	0.011	0.003	0.008	0.035	0.021	0.029	0.022	0.030	0.047	0.022	0.003	0.015	0.016	0.010	0.018	0.026
22	0.009	0.003	0.008	0.041	0.020	0.028	0.023	0.030	0.044	0.023	0.003	0.015	0.017	0.010	0.017	0.026
23	0.009	0.003	0.008	0.035	0.021	0.025	0.022	0.030	0.041	0.025	0.003	0.015	0.019	0.010	0.016	0.026
24	0.010	0.003	0.008	0.012	0.021	0.024	0.021	0.030	0.096	0.022	0.003	0.015	0.017	0.009	0.016	0.026
25	0.010	0.003	0.007	0.014	0.023	0.025	0.023	0.031	0.132	0.019	0.003	0.015	0.018	0.010	0.015	0.026
26	0.008	0.002	0.053	0.015	0.126	0.026	0.023	0.077	0.072	0.019	0.002	0.015	0.020	0.009	0.015	0.026
27	0.007	0.003	0.018	0.015	0.132	0.025	0.022	0.094	0.063	0.019	0.002	0.015	0.060	0.009	0.014	0.026
28	0.006	0.003	0.035	0.015	0.067	0.025	0.023	0.043		0.017	0.002	0.015	0.011	0.010	0.014	0.026
29	0.007	0.004	0.109	0.079	0.051	0.023		0.067		0.017	0.020	0.015	0.007	0.011	0.014	0.026
30	0.008	0.005	0.025	0.317	0.042	0.022		0.046		0.016	0.005	0.015	0.006	0.008	0.014	0.026
31	0.006		0.015		0.039	0.023		0.125		0.018		0.015	0.006		0.013	0.026
Media	0.017	0.004	0.015	0.042	0.037	0.029	0.022	0.036	0.067	0.024	0.010	0.009	0.019	0.029	0.026	0.026
Max	0.911	0.042	0.725	0.809	0.256	0.051	0.037	1.165	0.455	0.208	0.363	0.186	0.767	1.641	0.300	1.641
Min	0.000	0.0003	0.0003	0.006	0.005	0.003	0.005	0.008	0.020	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0003

valori parziali
valori mancanti
aumenti anomali strumento
non corretto funzionamento dello strumento

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Per valori di portata così bassi risulta importante analizzare nel dettaglio i dati acquisiti, eliminando i valori anomali e considerando i valori medi mensili che si ottengono, come valori indicativi della quantità d'acqua presente nella roggia.

Per quanto riguarda il periodo dal 27 Aprile al 13 Maggio 2005, in tutte le centraline si è verificata una mancanza di dati, a causa di lavori per l'installazione del modem.

Si è scelto di non procedere con la ricostruzione delle portate del periodo sopraccitato, anche se si sono registrati in esso, solo due giorni di pioggia e di non particolare intensità; tale decisione è dovuta proprio alla difficoltà di modellizzare l'andamento della roggia, a causa delle basse portate, dell'andamento impulsivo e della mancanza sia di dati pregressi della roggia stessa, sia di dati contemporanei di altre rogge immissarie al lago.

Per quanto riguarda la Roggia Fola (Tab. 2.1.3b), non si sono riscontrati problemi nell'acquisizione e registrazione dei dati, se si esclude il già citato periodo dal 27 Aprile al 13 Maggio 2005.

Tab. 2.1.3b - Portate medie giornaliere in m³/s della Roggia Fola, per il periodo Agosto 2004 – Ottobre 2005.

	Agosto 2004	Settembre 2004	Ottobre 2004	Novembre 2004	Dicembre 2004	Gennaio 2005	Febbraio 2005	Marzo 2005	Aprile 2005	Maggio 2005	Giugno 2005	Luglio 2005	Agosto 2005	Settembre 2005	Ottobre 2005	Anno
1	0.108	0.114	0.068	0.147	0.291	0.226	0.175	0.125	0.232		0.126	0.065	0.0163	0.007	0.056	
2	0.104	0.108	0.072	0.187	0.266	0.222	0.173	0.126	0.182		0.121	0.060	0.0210	0.007	0.060	
3	0.100	0.103	0.071	0.226	0.244	0.220	0.174	0.126	0.161		0.113	0.056	0.0225	0.006	0.089	
4	0.154	0.101	0.068	0.181	0.225	0.217	0.173	0.126	0.156		0.110	0.052	0.0242	0.007	0.120	
5	0.145	0.100	0.066	0.166	0.221	0.216	0.173	0.126	0.154		0.100	0.051	0.0211	0.008	0.106	
6	0.140	0.098	0.065	0.159	0.217	0.213	0.171	0.126	0.152		0.098	0.049	0.0184	0.007	0.103	
7	0.132	0.095	0.066	0.155	0.214	0.212	0.172	0.124	0.151		0.090	0.047	0.0159	0.007	0.118	
8	0.141	0.092	0.065	0.152	0.213	0.211	0.171	0.128	0.156		0.090	0.043	0.0122	0.008	0.137	
9	0.136	0.087	0.062	0.149	0.212	0.208	0.170	0.132	0.183		0.088	0.043	0.0088	0.006	0.120	
10	0.130	0.084	0.064	0.141	0.210	0.205	0.168	0.137	0.220		0.082	0.048	0.0064	0.014	0.114	
11	0.186	0.082	0.070	0.135	0.209	0.204	0.168	0.139	0.198		0.078	0.051	0.0049	0.201	0.111	
12	0.190	0.079	0.080	0.140	0.210	0.202	0.167	0.144	0.190		0.076	0.048	0.0036	0.169	0.110	
13	0.199	0.077	0.076	0.141	0.209	0.201	0.165	0.144	0.186		0.073	0.044	0.0011	0.096	0.110	
14	0.193	0.078	0.073	0.141	0.205	0.199	0.166	0.146	0.187	0.175	0.080	0.040	0.0004	0.085	0.108	
15	0.189	0.081	0.071	0.141	0.204	0.198	0.163	0.147	0.193	0.173	0.094	0.038	0.0003	0.081	0.109	
16	0.181	0.094	0.072	0.139	0.196	0.196	0.161	0.139	0.222	0.173	0.087	0.037	0.0005	0.080	0.110	
17	0.179	0.097	0.072	0.138	0.185	0.194	0.159	0.107	0.249	0.175	0.083	0.035	0.0010	0.081	0.111	
18	0.183	0.093	0.069	0.134	0.182	0.193	0.143	0.105	0.236	0.178	0.080	0.035	0.0014	0.084	0.114	
19	0.189	0.090	0.068	0.134	0.178	0.194	0.126	0.106	0.229	0.175	0.077	0.041	0.0016	0.080	0.118	
20	0.187	0.088	0.070	0.163	0.177	0.192	0.125	0.103	0.225	0.170	0.074	0.038	0.0025	0.076	0.118	
21	0.181	0.085	0.069	0.163	0.176	0.193	0.123	0.103	0.219	0.166	0.071	0.036	0.0019	0.073	0.118	
22	0.170	0.083	0.070	0.165	0.175	0.197	0.123	0.104	0.214	0.161	0.066	0.033	0.0020	0.070	0.122	
23	0.160	0.079	0.075	0.168	0.181	0.197	0.121	0.104	0.208	0.164	0.064	0.031	0.0026	0.068	0.124	
24	0.153	0.080	0.075	0.168	0.180	0.193	0.120	0.103	0.213	0.163	0.062	0.029	0.0039	0.066	0.124	
25	0.149	0.091	0.072	0.168	0.182	0.188	0.121	0.103	0.282	0.158	0.061	0.027	0.0056	0.064	0.124	
26	0.145	0.094	0.084	0.168	0.217	0.186	0.123	0.105	0.268	0.154	0.058	0.025	0.0065	0.062	0.128	
27	0.143	0.086	0.117	0.167	0.266	0.183	0.122	0.199	0.252	0.154	0.057	0.023	0.0057	0.061	0.135	
28	0.137	0.083	0.118	0.166	0.260	0.181	0.124	0.164		0.151	0.055	0.022	0.0047	0.060	0.153	
29	0.129	0.079	0.166	0.173	0.249	0.178		0.158		0.142	0.057	0.021	0.0062	0.059	0.160	
30	0.122	0.074	0.145	0.282	0.237	0.176		0.161		0.136	0.069	0.019	0.0063	0.058	0.165	
31	0.119		0.132		0.232	0.174		0.166		0.134		0.018	0.0063		0.169	
Media	0.15	0.09	0.08	0.16	0.21	0.20	0.15	0.13	0.20	0.16	0.08	0.04	0.01	0.06	0.12	0.123
Max	0.210	0.115	0.178	0.33	0.310	0.240	0.18	0.210	0.3	0.190	0.14	0.070	0.026	0.495	0.176	0.495
Min	0.090	0.067	0.060	0.13	0.170	0.170	0.12	0.100	0.14	0.130	0.005	0.017	0.00014	0.024	0.053	0.0001

valori parziali
valori mancanti

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Le portate dell'emissario risultano di due ordini di grandezza superiori rispetto a quelle della Roggia Piverone, e chiaramente meno impulsive, grazie all'effetto di regolazione idraulica prodotto dal lago.

La portata media risulta intorno a 0,123 m³/s, pari a 123 l/s, con una massima del periodo di circa 0,5 m³/s.

Anche in questo caso si è scelto di non ricostruire le portate mancanti, in quanto essendo un emissario, le sue portate dipendono direttamente dai livelli del lago, che mancano proprio nello stesso periodo.

Anche la centralina posta a misura dei livelli del lago non ha avuto malfunzionamenti, fatta eccezione per il periodo dal 27 Aprile al 13 Maggio 2005.

Tab. 2.1.3c - livelli medi giornalieri in m s.l.m. del Lago di Viverone, per il periodo Agosto 2004 – Ottobre 2005.

	Agosto 2004	Settembre 2004	Ottobre 2004	Novembre 2004	Dicembre 2004	Gennaio 2005	Febbraio 2005	Marzo 2005	Aprile 2005	Maggio 2005	Giugno 2005	Luglio 2005	Agosto 2005	Settembre 2005	Ottobre 2005	
1	230.053	230.047	229.948	230.005	230.076	230.09	230.05	230.02	230.10		230.09	230.00	229.88	229.810	229.933	
2	230.050	230.045	229.943	230.024	230.077	230.09	230.05	230.02	230.10		230.09	229.99	229.88	229.811	229.932	
3	230.043	230.039	229.941	230.042	230.077	230.09	230.05	230.02	230.09		230.08	229.98	229.88	229.814	229.955	
4	230.075	230.034	229.941	230.042	230.078	230.09	230.05	230.02	230.09		230.07	229.97	229.87	229.805	229.979	
5	230.076	230.027	229.938	230.043	230.077	230.09	230.04	230.02	230.09		230.06	229.97	229.86	229.802	229.981	
6	230.076	230.027	229.938	230.040	230.075	230.09	230.04	230.02	230.09		230.06	229.97	229.86	229.796	229.983	
7	230.065	230.018	229.937	230.043	230.075	230.09	230.04	230.02	230.09		230.06	229.95	229.85	229.792	229.992	
8	230.069	230.013	229.934	230.037	230.077	230.08	230.04	230.02	230.09		230.06	229.95	229.85	229.789	230.006	
9	230.062	230.009	229.931	230.033	230.076	230.08	230.04	230.01	230.11		230.05	229.96	229.84	229.828	230.007	
10	230.060	230.001	229.933	230.029	230.076	230.08	230.04	230.01	230.13		230.04	229.96	229.84	229.854	230.005	
11	230.122	229.999	229.941	230.025	230.076	230.08	230.04	230.01	230.13		230.04	229.96	229.83	229.912	230.001	
12	230.131	229.993	229.951	230.032	230.074	230.08	230.03	230.01	230.13		230.03	229.96	229.83	229.976	229.998	
13	230.140	229.992	229.948	230.032	230.073	230.08	230.02	230.02	230.13		230.02	229.95	229.83	229.977	229.997	
14	230.137	229.987	229.944	230.026	230.071	230.08	230.03	230.01	230.13	230.13	230.03	229.95	229.82	229.975	229.995	
15	230.129	229.988	229.944	230.020	230.069	230.08	230.03	230.01	230.14	230.13	230.04	229.94	229.81	229.970	229.991	
16	230.123	230.007	229.940	230.018	230.068	230.07	230.03	230.01	230.15	230.12	230.04	229.94	229.81	229.966	229.991	
17	230.119	230.003	229.938	230.016	230.067	230.07	230.03	230.01	230.16	230.13	230.04	229.94	229.79	229.968	229.989	
18	230.126	229.994	229.934	230.016	230.068	230.07	230.03	230.01	230.16	230.14	230.04	229.94	229.79	229.971	229.986	
19	230.126	229.998	229.933	230.018	230.064	230.07	230.02	230.01	230.16	230.14	230.03	229.94	229.79	229.964	229.986	
20	230.125	229.994	229.929	230.012	230.062	230.07	230.02	230.01	230.16	230.14	230.03	229.94	229.79	229.963	229.986	
21	230.115	229.990	229.929	230.007	230.061	230.08	230.02	230.01	230.16	230.14	230.02	229.93	229.81	229.960	229.984	
22	230.102	229.986	229.928	230.006	230.057	230.07	230.02	230.01	230.16	230.14	230.02	229.92	229.81	229.953	229.983	
23	230.102	229.986	229.928	230.003	230.055	230.07	230.02	230.01	230.16	230.13	230.02	229.92	229.81	229.952	229.982	
24	230.095	229.980	229.927	230.002	230.055	230.06	230.02	230.01	230.16	230.13	230.01	229.92	229.80	229.949	229.980	
25	230.094	229.973	229.926	230.000	230.052	230.06	230.02	230.01	230.19	230.13	230.01	229.90	229.80	229.950	229.979	
26	230.087	229.965	229.933	230.001	230.073	230.06	230.02	230.01	230.19	230.12	230.00	229.90	229.79	229.945	229.977	
27	230.076	229.959	229.949	230.001	230.093	230.06	230.02	230.04	230.19	230.12	229.99	229.90	229.80	229.939	229.975	
28	230.073	229.955	229.953	229.998	230.096	230.06	230.02	230.04		230.12	229.99	229.89	229.82	229.939	229.975	
29	230.061	229.952	229.988	230.004	230.095	230.05	229.66	230.06		230.11	229.99	229.89	229.82	229.938	229.972	
30	230.059	229.951	229.992	230.057	230.096	230.05	229.66	230.07		230.11	230.00	229.89	229.82	229.936	229.971	
31	230.050		229.995		230.093	230.05		230.07		230.10		229.88	229.81		229.970	
Media	230.09	230.00	229.94	230.02	229.66	230.07	230.03	230.02	230.13	230.13	230.03	229.94	229.83	229.91	229.98	Anno 229.99
Max	230.144	230.0496	230.004	230.072	230.100	230.10	230.06	230.08	230.20	230.15	230.10	230.00	229.89	229.980	230.013	230.20
Min	230.038	229.9467	229.919	229.9957	230.051	230.05	230.01	230.00	230.08	230.09	229.98	229.85	229.77	229.7767	229.9263	229.7747

valori parziali
valori mancanti

Non conoscendo le risposte del lago alle piogge, le quantità d'acqua in arrivo dalla falda e i valori di evaporazione del periodo in cui non ci sono valori registrati, e non avendo livelli pregressi con la stessa cadenza di acquisizione, non si procede ad una ricostruzione dei dati mancanti.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Confrontando i dati di pioggia con i livelli delle due rogge e quelli del lago si può, in prima approssimazione, descrivere il rapporto tra afflussi e deflussi, noti ad oggi.

Dal grafico si evidenzia come l'andamento dei livelli della Roggia Fola segue l'andamento dei livelli del lago, che però non sembra seguire fedelmente quello delle piogge. L'andamento della Roggia Piverone è in sintonia con quello delle piogge, fatta eccezione per il mese di luglio quando lo spegnimento dello strumento di acquisizione, a causa di un errore umano ha restituito valori di portata di un evento breve ed intenso, non mediati con le medie mensili. I volumi d'acqua veicolati dalla Roggia Piverone al lago (circa 27 m³/anno) sono praticamente uguali ai volumi d'acqua di pioggia diretta sul lago (28 m³/anno).

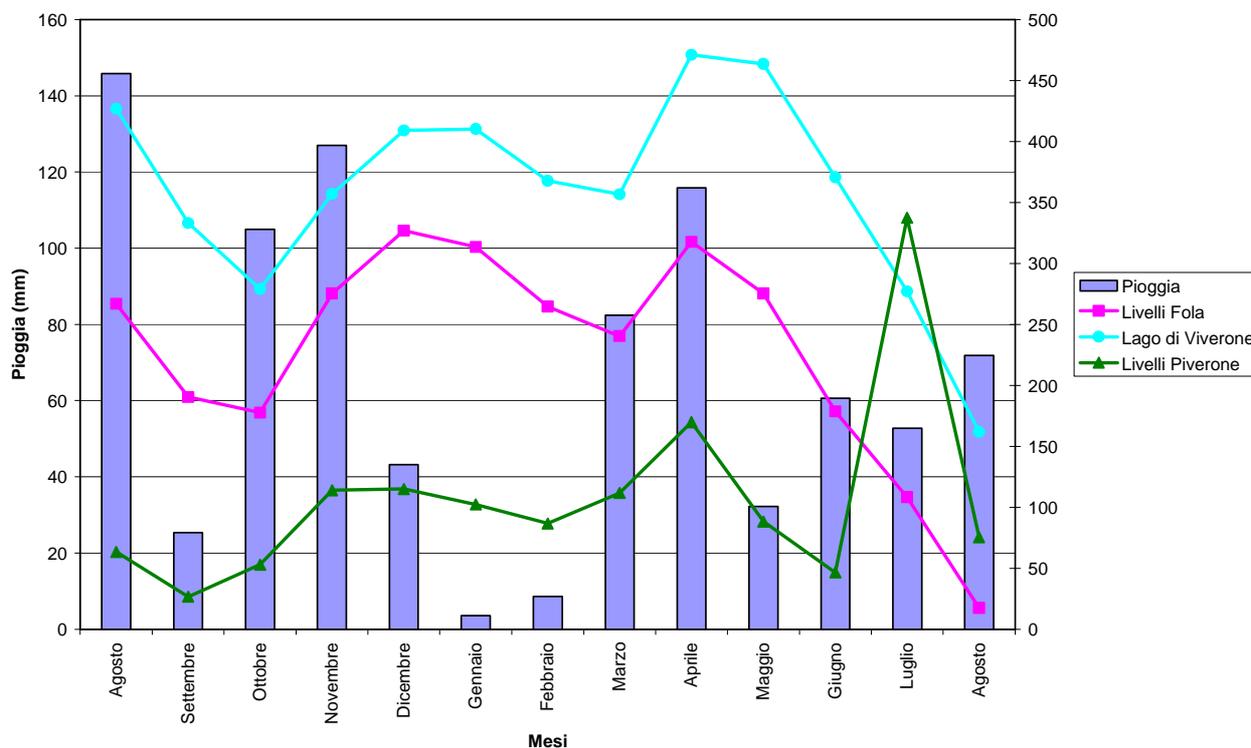


Figura 2.1.3a – Andamento pioggia in mm e livelli Roggia Fola, Roggia Piverone, Lago in mm.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.2 Realizzazione di un rilievo topografico nell'intorno della confluenza Roggia Fola - Roggia Violana, al fine di individuare la dinamica degli afflussi e dei deflussi del sistema idrico lago – Roggia Fola – Roggia Violana – Dora Baltea.

Il rilievo topografico in questione è stato realizzato dal Dr. Geol. Coduri Giovanni, durante la valutazione del posizionamento delle centraline di misura dei livelli della Roggia Fola e della Roggia Violana.

Il rilievo è stato altresì utilizzato per la verifica del sistema idrologico Lago di Viverone - Roggia Fola - Roggia Violana, unitamente al calcolo dei profili di corrente ricavati con l'ausilio di HEC-RAS. Più precisamente il rilievo topografico rappresenta un'informazione complementare alle misurazioni di portata delle due rogge e del livello del lago, indispensabile per l'utilizzo del programma HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System), un software creato per calcolare i profili di superficie libera, in condizioni stazionarie e transitorie e per il calcolo del trasporto dei sedimenti, in corsi d'acqua superficiali, naturali e artificiali, per singoli canali, sistemi dendritici o un singolo tratto di un corso d'acqua; esso è risultato necessario per stabilire se, quando e fino a che punto la roggia Fola, di norma emissario del lago, è in grado di invertire il suo flusso sotto l'azione della roggia Violana. Dall'analisi dei livelli registrati dalle centraline, per monitorare l'eventualità di una inversione della corrente nella Roggia Fola, si evidenziano, nell'anno di osservazione, Agosto 2004 – Ottobre 2005, quattro particolari periodi nei quali, i livelli della Roggia Fola e della Violana sono risultati superiori a quelli del Lago di Viverone, e di questi 3 hanno visto la Roggia Violana raggiungere un livello superiore a quello della Roggia Fola.

Data la distanza tra le centraline di misura dei livelli e il punto di uscita dal lago della Roggia Fola, e viste le particolari caratteristiche morfologiche del tratto in questione, non risulta sufficiente una sola lettura dei livelli, per stabilire se la loro "inversione" è tale da determinare un'immissione di acqua a lago anziché un'uscita. Motivo per cui si è considerato necessario valutare i profili di corrente della Roggia Fola per stabilire se effettivamente si è avuta un' inversione di flusso della corrente.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

I dati di input necessari al modello HEC-RAS sono i seguenti:

- La geometria delle sezioni in cui viene suddiviso il corso d'acqua da analizzare, con la quota di partenza del pelo libero dell'acqua; tali dati sono stati ricavati dal rilievo topografico, integrato con ulteriori successive misure di alcune particolari sezioni.
- I valori della scabrezza, indice di Manning, delle singole sezioni, ricavati da un sopralluogo sul campo.
- L'andamento planimetrico del corso d'acqua con la distanza relativa tra le sezioni; anche questo ricavato dal rilievo topografico.
- I livelli del Lago di Viverone, le portate della Roggia Fola e della Roggia Violana; per i primi due dati si è fatto riferimento ai valori registrati dalle centraline, per quanto riguarda le portate della Roggia Violana, si sono modellizzati alcuni possibili scenari, in funzione di valori di portata di 2, 10, 20, 30, 40 volte quelli della Roggia Fola, in corrispondenza di livelli più bassi, uguali e più alti della Roggia Violana, rispetto a quelli della Roggia Fola.

L'analisi dei dati avviene attraverso una modellizzazione del regime di flusso presente nei canali, al di sotto del profilo "critico", al di sopra e in regime misto. Il calcolo dei profili avviene utilizzando l'equazione unidimensionale del bilancio energetico, dove le perdite di carico sono valutate attraverso l'equazione di Manning e il coefficiente di contrazione/espansione. Nel calcolo dei profili è possibile inserire varie tipologie di ostacolo al normale deflusso della corrente come pile di ponti, traverse, culvert..... Nel tratto di corso d'acqua preso in esame si sono individuati tre culvert e due curve, anch'esse inserite nella modellizzazione.

I dati di output che si possono ottenere sono numerosi; quelli che interessano da vicino l'analisi dei profili di corrente sono, per ciascuna sezione:

- La portata totale presente nel canale m^3/s ;
- Il profilo di fondo m (Min Ch El = minima elevazione del canale);
- La pendenza del profilo m/m (E.G. Slope = pendenza del gradiente di energia);
- La pendenza dei carichi m (E.G. Elev. = pendenza della linea di energia necessaria per il calcolo di WS Elev);



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

- La superficie del pelo libero calcolata m (W.S. Elev = pelo libero dell'acqua calcolato con l'equazione del bilancio energetico);
- L'altezza critica m (Crit W.S. = altezza critica della superficie dell'acqua alla quale corrisponde la minima energia);
- La velocità m/s (Vel Chnl = velocità media nel canale principale);
- Area bagnata m^2 (Flow area = area interessata dal flusso);
- Larghezza sezione m (Top Width = larghezza massima della sezione bagnata);
- Numero di Froude (Froud # Chl = numero che indica se il profilo è caratteristico di corrente lenta o corrente veloce, a seconda che sia minore o maggiore di 1).

Sono state inserite 20 sezioni, quelle definite dal rilievo topografico (1-2-3-4-5-6-7-8 dal lago alla confluenza con la Violana e che corrispondono alle sezioni [9-8-7-5-4-3.1-3-2 di HEC-RAS](#)) 3 per ciascun culvert (3.11/3.1/3.05 – 3.03/3/2.99 – 2.81/2.8/2.79) 4 per le due curve (3.4 – 3.3 – 3.2 – 2.9).

Per quanto riguarda la Violana si sono inserite le sezioni [4-3-1](#) che corrispondono alle sezioni 9-10-11 del rilievo topografico.

La disposizione delle sezioni è riportata nella figura 2.2.1a.

La modellizzazione del sistema Lago di Viverone – Roggia Fola – Roggia Violana, è avvenuto per tre tipologie di profili, ovvero, in base ai dati registrati, in occasione di livelli della Violana più bassi, uguali e più alti di quelli della Fola e con portate della Violana di 2-10-20-30-40-60-100 volte quelle della Fola.

Per brevità e a titolo esemplificativo riportiamo qui di seguito solo alcune tabelle, e alcuni grafici tra quelli calcolati. In particolare: il profilo più alto della “Prova_2”, della “Prova_20”, della “Prova_30”, della “Prova_40” e della “Prova_100”.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

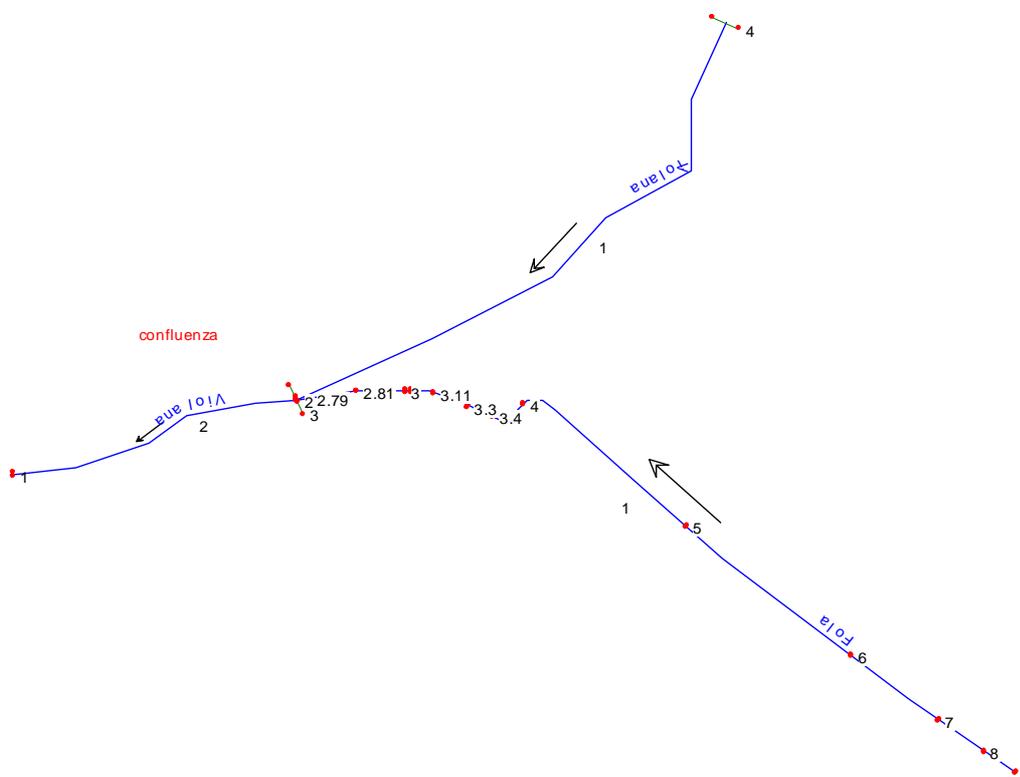


Fig 2.2.1a – Disposizione delle sezioni secondo il software HEC-RAS.

L'andamento del profilo di corrente nel grafico (linea rossa) risulta più facilmente comprensibile rispetto all'osservazione dei dati riportati nelle tabelle; si nota che per valori di portata della Violana non molto elevati (inferiori a $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$), il profilo indica chiaramente un'uscita dal lago. Per valori di portata via via crescenti, il profilo diminuisce la propria pendenza fino ad arrivare, a causa dell'esondazione dell'acqua in diversi tratti della Fola, ad un profilo piatto di equilibrio, ad una distanza dal lago di circa 1700 m). Il profilo, comunque, anche per valori molto alti di portata, non inverte mai completamente la propria pendenza, ovvero risulta sempre in uscita dal lago. Si può quindi concludere che in nessun caso, a seguito di incrementi di portata della Roggia Violana, la roggia Fola si comporta da immissario del lago.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Tab 2.2.1a – Calcolo del profilo più alto per una portata della Violana pari a due volte quella della Fola.

HEC-RAS Plan: 2	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Widt h (m)	Froude # Chl
	9	più alto	0.24	-1.13	-0.49	-0.93	-0.49	0.000041	0.14	1.74	3.93	0.07
	8	più alto	0.24	-1.13	-0.50	-0.93	-0.49	0.000032	0.14	1.73	3.93	0.07
	7	più alto	0.24	-0.99	-0.50	-0.83	-0.50	0.000056	0.15	1.59	5.26	0.09
	6	più alto	0.24	-1.01	-0.52	-0.83	-0.52	0.000118	0.22	1.10	3.53	0.13
	5	più alto	0.24	-1.13	-0.59	-0.91	-0.58	0.000135	0.25	0.98	2.77	0.13
	4	più alto	0.24	-1.08	-0.68	-0.91	-0.68	0.000276	0.27	0.89	3.32	0.17
	3.4	più alto	0.24	-1.15	-0.70	-1.00	-0.70	0.000134	0.22	1.12	3.59	0.12
	3.3	più alto	0.24	-0.95	-0.72	-0.80	-0.72	0.001224	0.38	0.64	4.27	0.31
	3.2	più alto	0.24	-1.00	-0.80	-0.86	-0.79	0.002161	0.46	0.53	4.22	0.41
	3.11	più alto	0.24	-1.27	-0.89	-1.01	-0.88	0.002044	0.60	0.40	1.99	0.42
	3.1		Culvert									
	3.05	più alto	0.24	-1.27	-1.01	-1.01	-0.94	0.013277	1.16	0.21	1.54	1.01
	3.03	più alto	0.24	-1.42	-1.04	-1.18	-1.02	0.001388	0.52	0.47	2.13	0.35
	3		Culvert									
	2.99	più alto	0.24	-1.42	-1.17	-1.18	-1.11	0.010595	1.07	0.22	1.59	0.91
	2.9	più alto	0.24	-1.55	-1.15	-1.35	-1.14	0.000533	0.37	0.64	2.22	0.22
	2.81	più alto	0.24	-1.60	-1.18	-1.46	-1.17	0.000296	0.30	0.79	2.34	0.17
	2.8		Culvert									
	2.79	più alto	0.24	-1.60	-1.23	-1.46	-1.22	0.000476	0.36	0.67	2.22	0.21
	2	più alto	0.24	-1.62	-1.35	-1.35	-1.28	0.027469	1.18	0.20	1.48	1.01

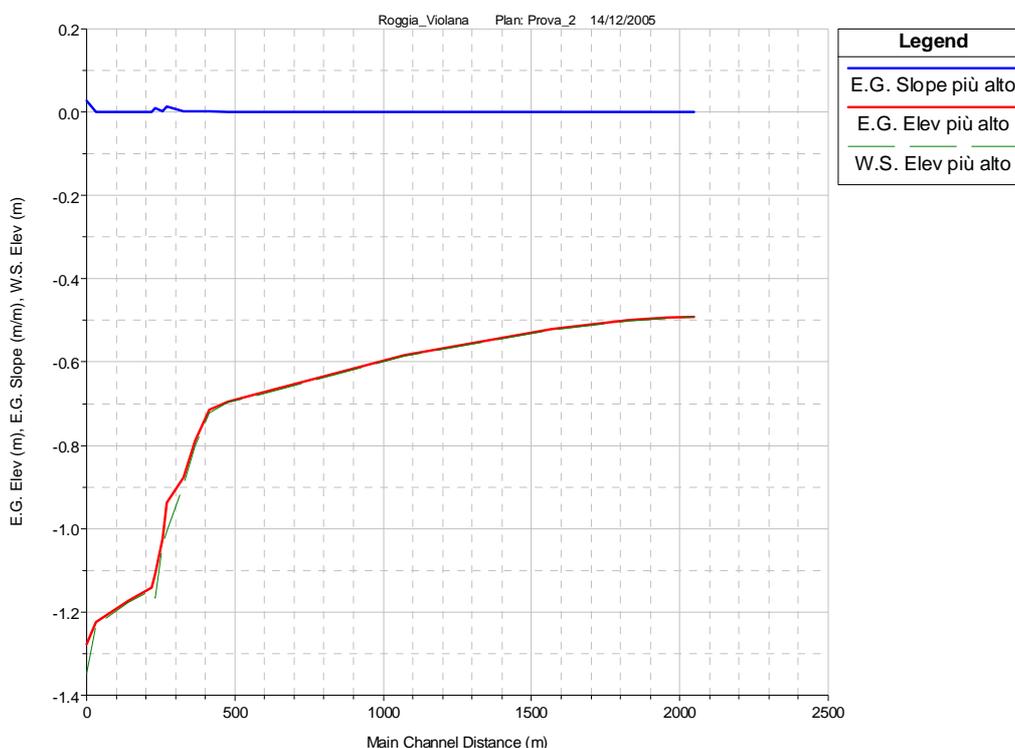


Fig. 2.2.1b – Grafico del profilo più alto per una portata della Violana pari a due volte quella della Fola.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Tab 2.2.1b – Calcolo del profilo più alto per una portata della Violana pari a venti volte quella della Fola.

HEC-RAS Plan: 20	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
	9	più alto	0.24	-1.13	-0.26	-0.93	-0.26	0.000011	0.10	2.69	4.27	0.04
	8	più alto	0.24	-1.13	-0.26	-0.93	-0.26	0.000009	0.09	2.68	4.27	0.04
	7	più alto	0.24	-0.99	-0.26	-0.83	-0.26	0.000009	0.08	3.02	6.75	0.04
	6	più alto	0.24	-1.01	-0.27	-0.83	-0.27	0.000017	0.11	2.11	4.28	0.05
	5	più alto	0.24	-1.13	-0.28	-0.91	-0.27	0.000019	0.13	1.92	3.32	0.05
	4	più alto	0.24	-1.08	-0.28	-0.91	-0.28	0.000014	0.10	2.43	4.32	0.04
	3.4	più alto	0.24	-1.15	-0.28	-1.00	-0.28	0.000009	0.09	2.71	4.06	0.03
	3.3	più alto	0.24	-0.95	-0.29	-0.80	-0.28	0.000014	0.09	2.55	4.47	0.04
	3.2	più alto	0.24	-1.00	-0.29	-0.86	-0.29	0.000011	0.09	2.75	4.44	0.04
	3.11	più alto	0.24	-1.27	-0.29	-1.01	-0.29	0.000016	0.11	2.20	3.63	0.04
	3.1		Culvert									
	3.05	più alto	0.24	-1.27	-0.29	-1.01	-0.29	0.000016	0.11	2.19	3.63	0.04
	3.03	più alto	0.24	-1.42	-0.29	-1.18	-0.29	0.000007	0.08	3.02	4.39	0.03
	3		Culvert									
	2.99	più alto	0.24	-1.42	-0.29	-1.18	-0.29	0.000007	0.08	3.00	4.38	0.03
	2.9	più alto	0.24	-1.55	-0.29	-1.35	-0.29	0.000005	0.08	3.15	3.64	0.02
	2.81	più alto	0.24	-1.60	-0.29	-1.46	-0.29	0.000004	0.08	3.30	3.30	0.02
	2.8		Culvert									
	2.79	più alto	0.24	-1.60	-0.30	-1.46	-0.30	0.000004	0.08	3.28	3.30	0.02
	2	più alto	0.24	-1.62	-0.30	-1.35	-0.30	0.000009	0.07	3.51	4.26	0.02

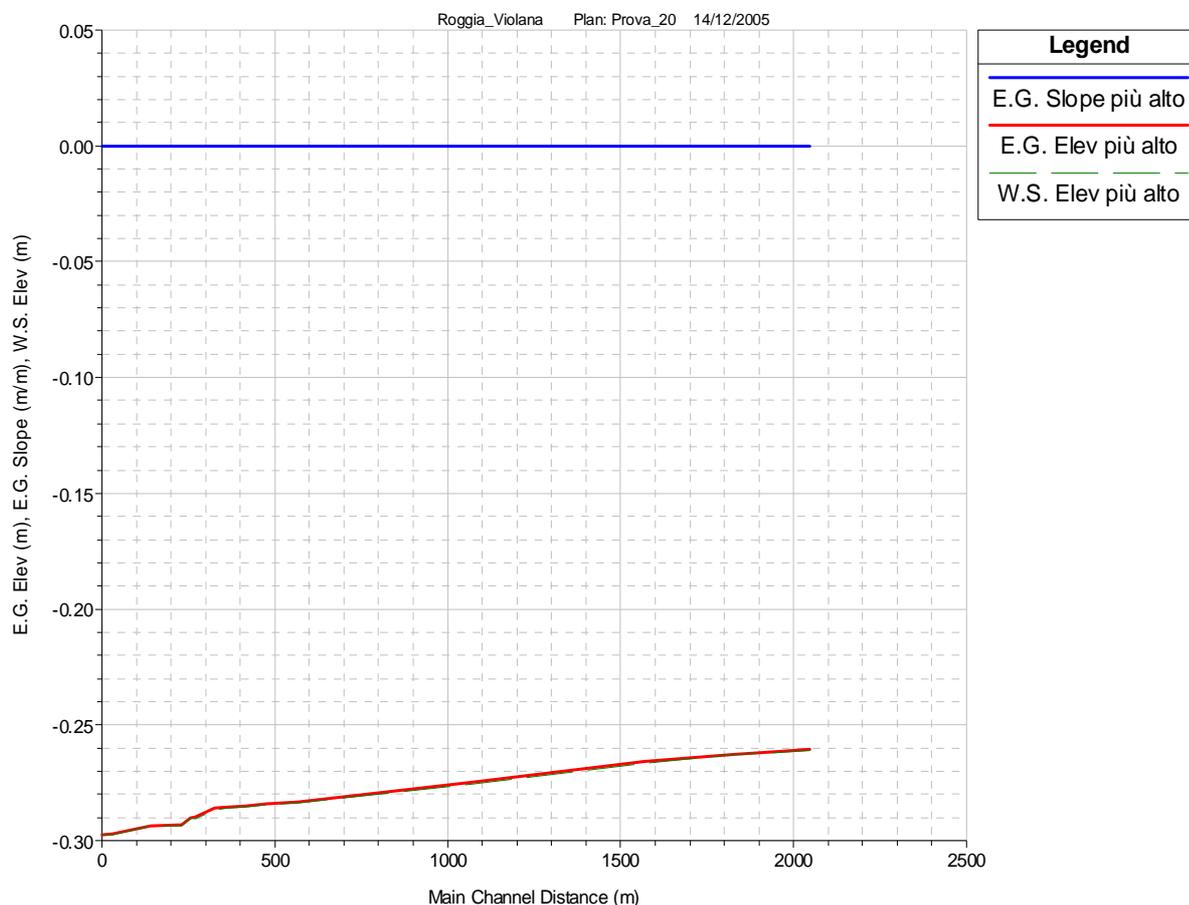


Fig. 2.2.1c – Grafico del profilo più alto per una portata della Violana pari a venti volte quella della Fola.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Tab 2.2.1c – Calcolo del profilo più alto per una portata della Violana pari a trenta volte quella della Fola.

HEC-RAS Plan: 30	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
	9	più alto	0.24	-1.13	0.02	-0.93	0.02	0.000003	0.07	4.03	5.27	0.02
	8	più alto	0.24	-1.13	0.02	-0.93	0.02	0.000003	0.06	4.08	5.37	0.02
	7	più alto	0.24	-0.99	0.02	-0.83	0.02	0.000002	0.05	5.20	8.28	0.02
	6	più alto	0.24	-1.01	0.02	-0.83	0.02	0.000004	0.07	3.40	4.67	0.03
	5	più alto	0.24	-1.13	0.02	-0.91	0.02	0.000005	0.08	3.03	4.16	0.03
	4	più alto	0.24	-1.08	0.02	-0.91	0.02	0.000003	0.06	3.78	4.62	0.02
	3.4	più alto	0.24	-1.15	0.02	-1.00	0.02	0.000003	0.07	3.98	4.29	0.02
	3.3	più alto	0.24	-0.95	0.02	-0.80	0.02	0.000004	0.06	3.92	4.60	0.02
	3.2	più alto	0.24	-1.00	0.02	-0.86	0.02	0.000003	0.06	4.12	4.57	0.02
	3.11	più alto	0.24	-1.27	0.02	-1.01	0.02	0.000004	0.07	3.33	3.79	0.02
	3.1	Culvert										
	3.05	più alto	0.24	-1.27	0.02	-1.01	0.02	0.000004	0.07	3.32	3.79	0.02
	3.03	più alto	0.24	-1.42	0.02	-1.18	0.02	0.000002	0.06	4.44	4.91	0.02
	3	Culvert										
	2.99	più alto	0.24	-1.42	0.01	-1.18	0.01	0.000002	0.06	4.43	4.91	0.02
	2.9	più alto	0.24	-1.55	0.01	-1.35	0.01	0.000002	0.06	4.30	3.80	0.02
	2.81	più alto	0.24	-1.60	0.01	-1.46	0.01	0.000002	0.06	4.33	3.40	0.02
	2.8	Culvert										
	2.79	più alto	0.24	-1.60	0.01	-1.46	0.01	0.000002	0.06	4.32	3.40	0.02
	2	più alto	0.24	-1.62	0.01	-1.35	0.01	0.000003	0.05	4.84	4.33	0.01

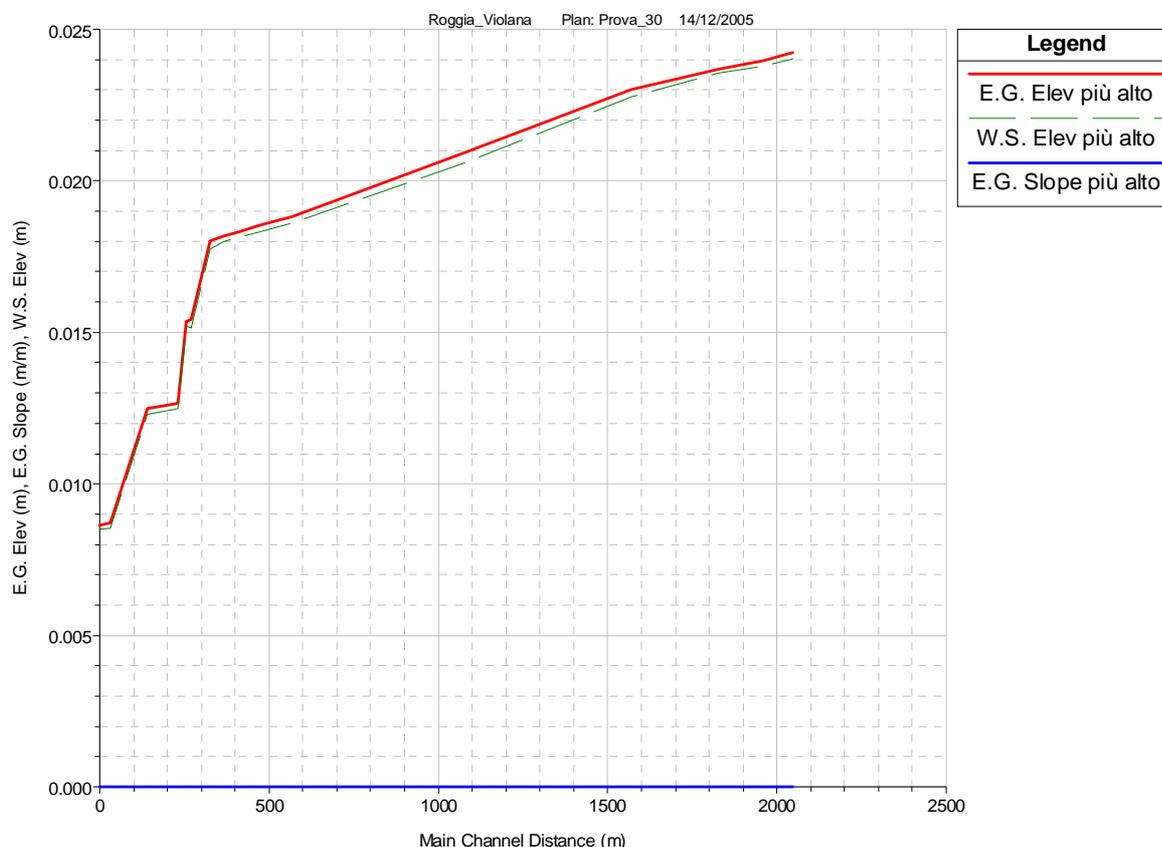


Fig. 2.2.1d – Grafico del profilo più alto per una portata della Violana pari a trenta volte quella della Fola.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Tab 2.2.1d – Calcolo del profilo più alto per una portata della Violana pari a quaranta volte quella della Fola.

HEC-RAS Plan: 40	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
	9	più alto	0.24	-1.13	-0.26		-0.26	0.000011	0.10	2.69	4.27	0.04
	8	più alto	0.24	-1.13	-0.26		-0.26	0.000009	0.09	2.68	4.27	0.04
	7	più alto	0.24	-0.99	-0.26		-0.26	0.000009	0.08	3.02	6.75	0.04
	6	più alto	0.24	-1.01	-0.27		-0.27	0.000017	0.11	2.11	4.28	0.05
	5	più alto	0.24	-1.13	-0.28		-0.27	0.000019	0.13	1.92	3.32	0.05
	4	più alto	0.24	-1.08	-0.28		-0.28	0.000014	0.10	2.43	4.32	0.04
	3.4	più alto	0.24	-1.15	-0.28		-0.28	0.000009	0.09	2.71	4.06	0.03
	3.3	più alto	0.24	-0.95	-0.29		-0.28	0.000014	0.09	2.55	4.47	0.04
	3.2	più alto	0.24	-1.00	-0.29		-0.29	0.000011	0.09	2.75	4.44	0.04
	3.11	più alto	0.24	-1.27	-0.29	-1.01	-0.29	0.000016	0.11	2.20	3.63	0.04
	3.1		Culvert									
	3.05	più alto	0.24	-1.27	-0.29		-0.29	0.000016	0.11	2.19	3.63	0.04
	3.03	più alto	0.24	-1.42	-0.29	-1.18	-0.29	0.000007	0.08	3.02	4.39	0.03
	3		Culvert									
	2.99	più alto	0.24	-1.42	-0.29		-0.29	0.000007	0.08	3.00	4.38	0.03
	2.9	più alto	0.24	-1.55	-0.29		-0.29	0.000005	0.08	3.15	3.64	0.02
	2.81	più alto	0.24	-1.60	-0.29	-1.46	-0.29	0.000004	0.08	3.30	3.30	0.02
	2.8		Culvert									
	2.79	più alto	0.24	-1.60	-0.30		-0.30	0.000004	0.08	3.28	3.30	0.02
	2	più alto	0.24	-1.62	-0.30		-0.30	0.000009	0.07	3.51	4.26	0.02

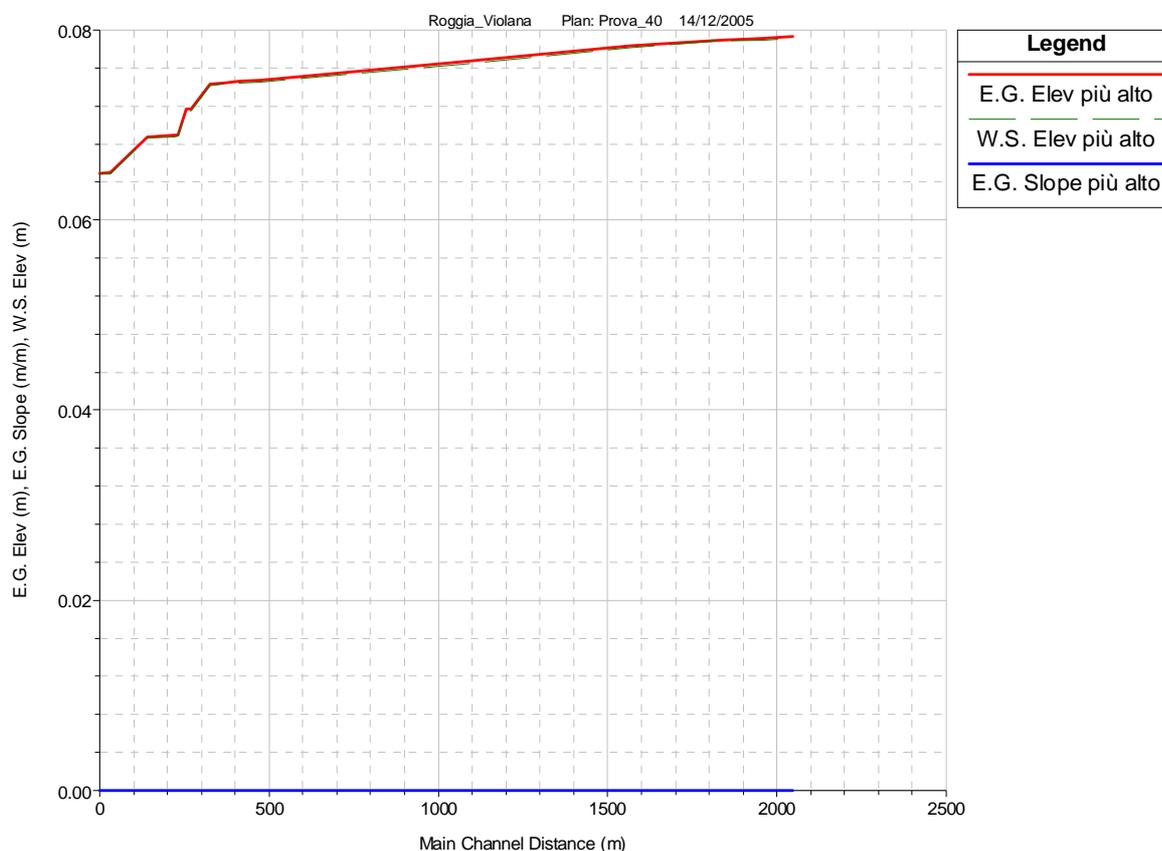


Fig. 2.2.1e – Grafico del profilo più alto per una portata della Violana pari a quaranta volte quella della Fola.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Tab 2.2.1e – Calcolo del profilo più alto per una portata della Violana pari a cento volte quella della Fola.

HEC-RAS Plan: 100	River Station	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
	9	più alto	0.24	-1.13	1.08		1.08	0.000000	0.03	9.72	5.37	0.01
	8	più alto	0.24	-1.13	1.08		1.08	0.000000	0.03	9.77	5.37	0.01
	7	più alto	0.24	-0.99	1.08		1.08	0.000000	0.02	14.37	8.67	0.00
	6	più alto	0.24	-1.01	1.08		1.08	0.000000	0.03	8.71	5.05	0.01
	5	più alto	0.24	-1.13	1.08		1.08	0.000000	0.04	8.13	4.95	0.01
	4	più alto	0.24	-1.08	1.08		1.08	0.000000	0.03	8.97	4.91	0.01
	3.4	più alto	0.24	-1.15	1.08		1.08	0.000000	0.03	8.66	4.50	0.01
	3.3	più alto	0.24	-0.95	1.08		1.08	0.000000	0.03	8.83	4.60	0.01
	3.2	più alto	0.24	-1.00	1.08		1.08	0.000000	0.03	9.02	4.60	0.01
	3.11	più alto	0.24	-1.27	1.08	-1.01	1.08	0.000000	0.03	7.52	3.96	0.01
	3.1		Culvert									
	3.05	più alto	0.24	-1.27	1.08		1.08	0.000000	0.03	7.52	3.96	0.01
	3.03	più alto	0.24	-1.42	1.08	-1.18	1.08	0.000000	0.03	9.89	5.13	0.01
	3		Culvert									
	2.99	più alto	0.24	-1.42	1.08		1.08	0.000000	0.03	9.88	5.13	0.01
	2.9	più alto	0.24	-1.55	1.08		1.08	0.000000	0.03	8.36	3.80	0.01
	2.81	più alto	0.24	-1.60	1.08	-1.46	1.08	0.000000	0.04	7.96	3.40	0.01
	2.8		Culvert									
	2.79	più alto	0.24	-1.60	1.08		1.08	0.000000	0.04	7.96	3.40	0.01
	2	più alto	0.24	-1.62	1.08		1.08	0.000000	0.03	9.47	4.33	0.01

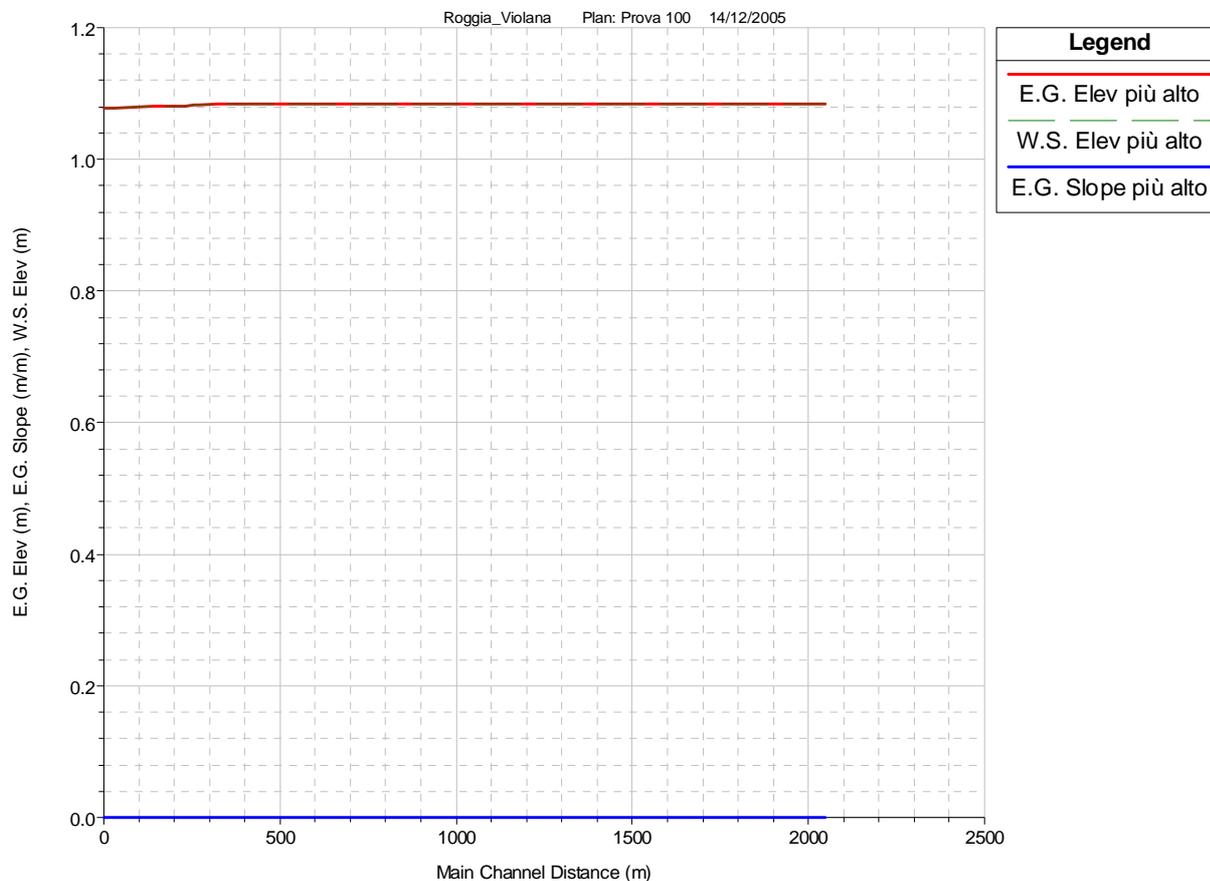


Fig. 2.2.1f – Grafico del profilo più alto per una portata della Violana pari a cento volte quella della Fola.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.3 Individuazione di due sottobacini campione.

Gli apporti di nutrienti a lago attraverso l'idrologia superficiale saranno stimati applicando all'intero bacino imbrifero i carichi areali calcolati in due sottobacini campione, drenati dalla Roggia Piverone e dalla Roggia Roppolo. Questi due sottobacini sono stati scelti sulla base della loro ampiezza, tale da consentire misure di portata e di concentrazione di nutrienti nelle rispettive rogge per buona parte dell'anno, e in quanto abbastanza rappresentativi dell'uso del suolo dell'intero bacino imbrifero. Nella tabella 2.3.1 si riportano l'estensione areale dei due sottobacini, le tipologie di uso del suolo caratteristiche dell'intero bacino e distribuite percentualmente nei due bacini campione. La superficie interessata dall'attività agricola, comprendente i seminativi, i frutteti-vigneti e l'arboricoltura-pioppeti, copre il 58,6 % del bacino imbrifero totale, il 75,3 % del sottobacino della Roggia Roppolo ed il 58,6 % del sottobacino della Roggia Piverone.

I valori di portata della Roggia Piverone sono riportati nella (Tab 2.1.3a) del paragrafo 2.1.3 mentre per quanto riguarda la Roggia Roppolo non è stato possibile acquisire dati a causa della mancata installazione di un misuratore di livello.

La tabella 2.3.2 mostra i valori di fosforo e totale e di azoto totale misurati nelle due rogge nel periodo 16/12/04 - 15/11/05. Le concentrazioni di entrambi i nutrienti sono notevolmente maggiori nella Roggia Roppolo verosimilmente a causa delle basse portate e della presenza di reflui civili di diversa origine (scarichi civili non collettati o reflui sfiorati dal collettore).

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:41

Tab. 2.3.1 - Valori areali e percentuali dei due sottobacini campione a confronto con quelli dell'intero bacino

	Area totale (m ²)	%	Area Roppolo (m ²)	%	Area Piverone (m ²)	%
Arboricoltura, Pioppeti	1.916.215	5,2	90.841	1,4	13.811	0,2
Aree estrattive	23.518	0,1				
Aree industriali o commerciali	112.589	0,3				
Aree miste (residenziali e industriali)	49.827	0,1	49.827	0,8		
Aree residenziali e servizi a tessuto continuo	891.981	2,4	109.853	1,8	241.106	3,8
Aree residenziali e servizi a tessuto discontinuo	1.910.268	5,2	193.415	3,1	317.488	5,0
Aree sportive e ricreative	222.017	0,6	61.031	1,0		
Aree verdi pubbliche e private	106.632	0,3				
Boschi latifoglie	10.866.836	29,5	1.129.330	18,0	1001.040	31,6
Boschi ripari	366.585	1,0				
Kiwi	328.326	0,9	232.993	3,7		
Misto vigneti e frutteti	5.828.096	15,8	1.254.080	20,0	3.261.188	51,5
Prati, Incolti	449.709	1,2			67.871	1,1
Seminativi	9.407.939	25,6			435.849	6,9
Seminativi semplici associati a prati	4.067.068	11,1	3.146.245	50,2		
Vivai e colture floricole in serra	9.018	0,0				
Totale (m²)	36.556.631,17	100	6.267.618,77	100	6.338.357,50	100
Totale (km²)	36,6		6,3		6,3	



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

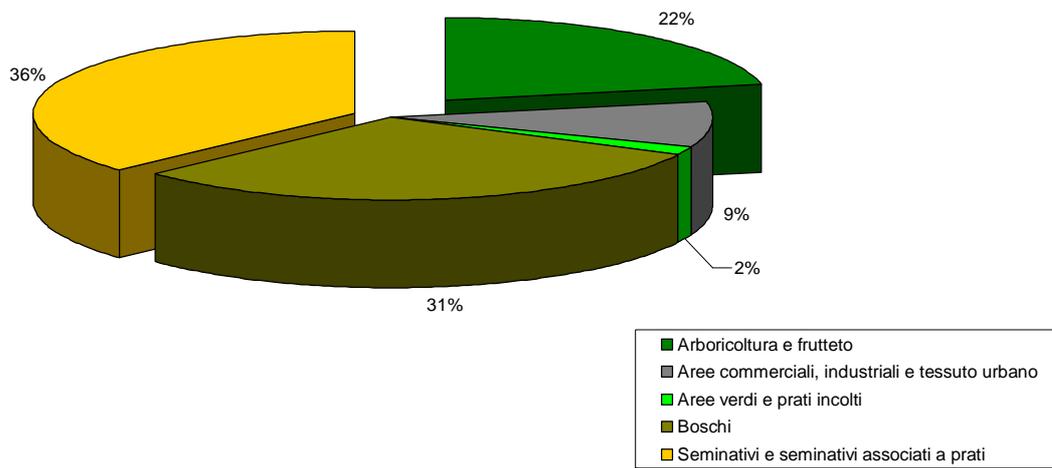


Figura 2.3a - Uso del suolo nell'intero bacino imbrifero del Lago di Viverone

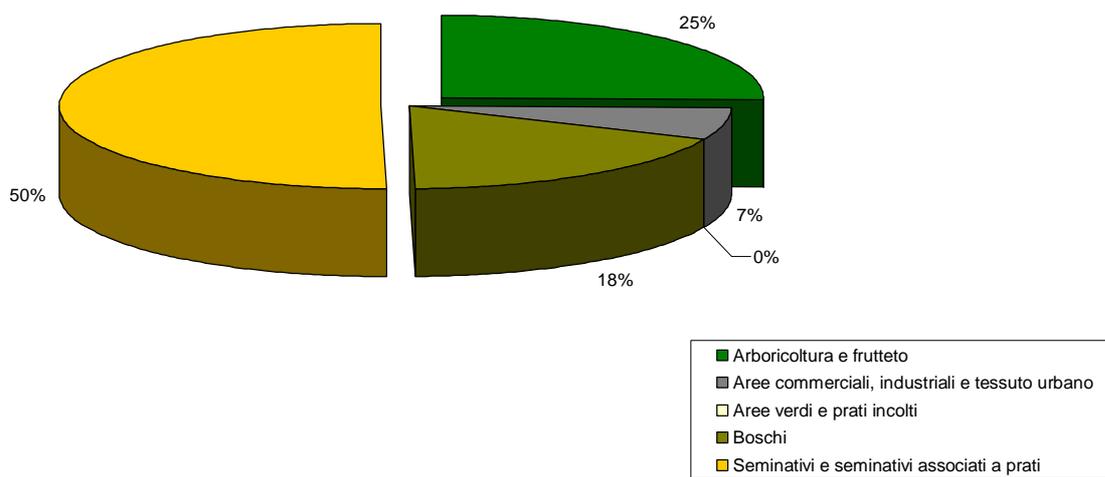


Figura 2.3b - Uso del suolo nel bacino imbrifero della Roggia Roppolo

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

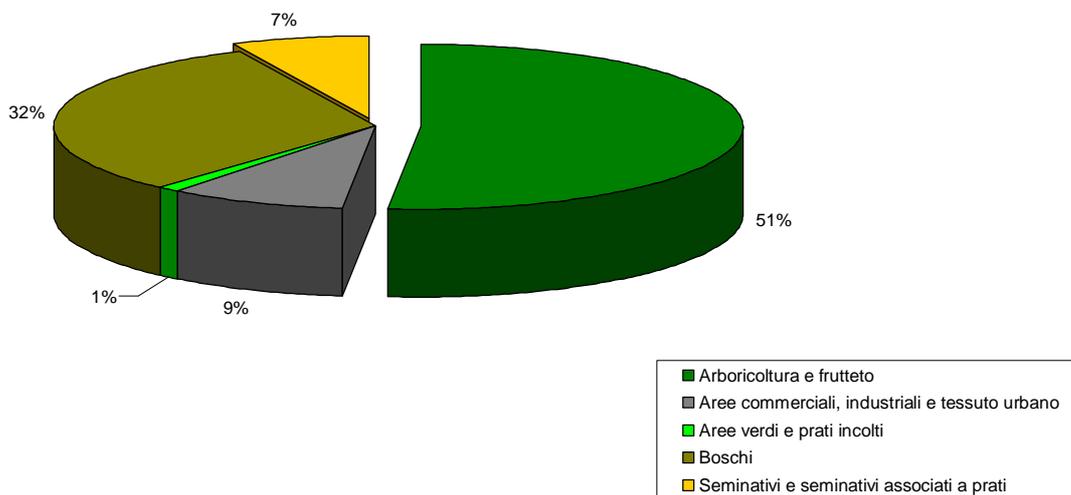


Figura 2.3c - Uso del suolo nel bacino imbrifero della Roggia Piverone

Data di campionamento	Roggia Roppolo		Roggia Piverone	
	TP µg L ⁻¹	TN mg L ⁻¹	TP µg L ⁻¹	TN mg L ⁻¹
16/12/04	67	7,00	36	1,77
14/03/05	133	1,31	19	1,54
29/03/05	325	3,37	61	2,13
12/04/05	69	3,81	27	1,66
26/04/05	51	3,44	34	2,02
09/05/05	369	1,87	59	0,56
30/05/05	2710	18,54	79	1,71
13/06/05	2838	22,28	60	1,60
21/06/05	2210	17,08	52	1,66
05/07/05	1097	4,77	70	1,76
19/07/05	717	4,08	87	2,01
28/09/05	620	4,53	60	1,02
10/10/05	131	6,12	69	1,96
25/10/05	495	2,51	54	1,40
15/11/05	1255	3,55	45	1,11

Tabella 2.3.2 – Concentrazione di Azoto totale (TN) e Fosforo totale (TP) nella Roggia Roppolo e nella Roggia Piverone.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.4 Indagini con frequenza mensile da Ottobre a Maggio e bimensili da Giugno a Settembre per la valutazione della qualità delle acque lacustri e per la stima del carico interno di fosforo ed azoto.

Le indagini per la valutazione della qualità delle acque lacustri sono state svolte con le seguenti modalità di campionamento:

- **Punto di prelievo:** colonna in centro lago; profondità massima 48 metri.
- **Cadenza dei prelievi:** da ottobre a maggio mensili, da giugno a settembre quindicinali, per un totale di 16 prelievi nell'arco dell'anno.
- **Profondità di campionamento:** i prelievi, in totale 12, sono stati eseguiti sull'intera colonna d'acqua alle seguenti profondità:
-50 cm- 2 - 5 - 8 - 10 - 12 - 15 - 20 - 30 - 35 - 40 - 48 metri

Il punto di monitoraggio, le frequenze e le profondità di campionamento sono quelle del programma di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie (III° livello).

Le attività analitiche sono state svolte dal Laboratorio ARPA del Quadrante Nord-Ovest – Sede di Ivrea.

Le tabelle che seguono riportano i dati analitici disponibili nonché le medie ponderate, calcolate sulla base della curva ipsografica volume-profondità, per lo strato epilimnico (0-10m), per lo strato ipolimnico (10-54m) e per la colonna nel suo insieme.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago Viverone

Campionamento del 26/01/2005

Disco di secchi (m): 4.5 Clorofilla "a" int. 0-15m 1.50 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	4.8	6.3	49	7.72	260			0.16	0.05	33.7	10.9	4.0	2.0	76	90	0.56	0.004
2	4.8	6.3	49	7.65	260			0.16	0.05	33.7	10.9	4.0	2.0	77	92	0.56	0.004
5	4.8	6.2	48	7.60	260			0.16	0.05	33.7	10.9	4.0	2.0	76	90	0.60	0.004
8	4.8	6.0	47	7.58	261			0.16	0.06	33.6	10.9	3.9	2.0	77	92	0.62	0.005
10	4.8	5.9	46	7.54	261			0.16	0.06	33.6	10.9	3.9	2.0	78	79	0.66	0.005
12	4.8	5.9	46	7.60	262			0.16	0.05	33.6	10.9	3.9	2.0	77	78	0.68	0.005
15	4.8	5.8	45	7.65	264			0.16	0.05	33.7	10.9	3.9	2.0	77	78	0.70	0.004
20	4.8	5.7	44	7.73	266			0.16	0.05	33.7	10.9	3.9	2.0	76	82	0.75	0.004
30	4.8	5.8	45	7.72	264			0.16	0.06	33.7	10.9	3.9	2.0	76	82	0.80	0.004
35	4.7	6.0	47	7.72	262			0.16	0.06	33.8	10.9	3.9	2.0	76	82	0.85	0.005
40	4.7	6.0	47	7.72	260			0.16	0.07	33.9	10.9	4.0	2.0	76	80	0.90	0.005
48	4.7	6.2	48	7.71	260			0.16	0.08	33.9	10.9	4.0	2.0	76	80	1.03	0.005
0-10 m	4.8	6.1	48	7.62	260			0.16	0.05	33.7	10.9	3.9	2.0	77	90	0.60	0.004
10-54m	4.8	5.8	45	7.69	263			0.16	0.06	33.7	10.9	3.9	2.0	76	80	0.78	0.004
0-54 m	4.8	5.9	46	7.66	262			0.16	0.06	33.7	10.9	3.9	2.0	76	84	0.71	0.004

Lago Viverone

Campionamento del 09/02/2005

Disco di secchi (m): 6.5 Clorofilla "a" int. 0-19.5m 1.60 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	4.3	7.1	55	8.05	282	5.4	20.0	0.19	0.07	34.8	10.3	4.1	2.0	85	104	0.47	0.003
2	4.3	6.5	50	7.77	263	5.3	19.9	0.17	0.06	35.0	10.3	4.0	2.0	88	118	0.48	0.003
5	4.3	6.1	47	7.68	262	5.3	19.9	0.17	0.06	34.8	10.4	4.0	2.0	90	96	0.52	0.000
8	4.3	5.9	46	7.65	262	5.3	19.9	0.17	0.06	34.5	10.4	4.0	2.1	91	103	0.54	0.005
10	4.3	5.9	45	7.64	261	5.4	20.0	0.18	0.05	34.9	10.5	4.1	2.1	87	108	0.53	0.005
12	4.3	5.8	45	7.58	261	5.3	20.0	0.18	0.06	34.5	10.4	4.1	2.1	87	118	0.52	0.004
15	4.3	5.7	44	7.61	284	5.3	20.0	0.17	0.06	34.3	10.5	4.1	2.1	91	97	0.59	0.005
20	4.3	5.6	43	7.62	299	5.3	20.0	0.17	0.07	34.3	10.3	4.0	2.0	91	95	0.66	0.005
30	4.3	5.6	43	7.61	273	5.3	20.0	0.17	0.06	34.8	10.2	4.0	2.0	88	91	0.73	0.004
35	4.3	5.6	43	7.61	260	5.9	20.0	0.18	0.08	34.1	10.3	4.4	2.4	89	105	0.64	0.003
40	4.3	5.6	43	7.61	265	5.3	20.0	0.17	0.06	34.4	10.3	4.2	2.0	89	125	0.80	0.004
48	4.3	5.6	43	7.60	263	5.3	20.0	0.18	0.07	34.5	10.3	4.1	2.1	82	105	1.05	0.004
0-10 m	4.3	6.2	48	7.74	265	5.3	19.9	0.17	0.06	34.8	10.4	4.0	2.0	89	105	0.51	0.003
10-54m	4.3	5.7	44	7.61	277	5.4	20.0	0.17	0.06	34.4	10.3	4.1	2.1	89	102	0.68	0.004
0-54 m	4.3	5.9	45	7.66	273	5.3	20.0	0.17	0.06	34.6	10.3	4.1	2.1	89	103	0.62	0.004

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago Viverone

Campionamento del 30/03/2005

Disco di secchi (m): **4.0** Clorofilla "a" int. 0-12m **3.60** mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	12.5	11.6	109	8.91	254	5.3	19.4	< 0.10	0.05	34.0	10.0	3.9	2.0	37	59	0.11	< 0.001
2	12.3	12.0	112	8.95	253	5.2	19.4	< 0.10	0.03	34.1	10.0	3.7	1.9	35	56	0.11	< 0.001
5	7.2	13.7	114	8.83	255	5.3	19.6	< 0.10	0.06	34.5	10.1	3.8	2.0	43	71	0.20	< 0.001
8	5.0	8.7	68	8.04	260	5.2	19.6	< 0.10	0.06	34.6	10.1	3.8	2.0	58	94	0.18	< 0.001
10	4.6	7.5	59	7.86	263	5.3	19.7	0.19	0.02	34.6	10.2	3.8	2.0	72	93	0.33	< 0.001
12	4.4	7.3	56	7.83	260	5.4	19.9	0.22	< 0.01	34.6	10.1	3.9	2.1	74	101	0.40	< 0.001
15	4.2	7.0	54	7.77	277	5.6	19.7	0.23	0.02	34.6	10.1	3.9	2.0	75	87	0.44	< 0.001
20	4.2	6.8	52	7.71	262	5.3	19.8	0.23	< 0.01	34.6	10.2	3.9	2.0	75	94	0.45	< 0.001
30	4.1	6.7	51	7.67	259	5.3	19.6	0.17	< 0.01	34.6	10.2	3.9	2.0	72	84	0.44	< 0.001
35	4.1	6.6	51	7.67	260	7.0	19.8	0.23	< 0.01	34.5	10.2	4.0	2.0	80	94	0.49	< 0.001
40	4.1	6.3	48	7.65	258	5.3	19.8	0.24	< 0.01	34.7	10.2	3.9	2.0	80	99	0.66	< 0.001
48	4.2	4.1	32	7.54	259	5.3	19.9	0.22	< 0.01	34.8	10.0	3.8	2.0	104	132	0.97	< 0.001
0-10 m	8.3	11.2	96	8.58	256	5.2	19.5	< 0.10	0.05	34.4	10.1	3.8	2.0	47	73	0.18	< 0.001
10-54m	4.2	6.6	51	7.71	263	5.5	19.8	0.22	< 0.01	34.6	10.2	3.9	2.0	77	95	0.49	< 0.001
0-54 m	5.7	8.3	68	8.03	261	5.4	19.7	0.14	0.02	34.5	10.1	3.9	2.0	66	87	0.38	< 0.001

Lago Viverone

Campionamento del 18/04/2005

Disco di secchi (m): **10.4** Clorofilla "a" int. 0-20m **1.20** mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	11.5	10.5	96	8.69	258	6.7	19.4	< 0.10	0.05	34.7	10.1	4.1	2.1	50	56	0.16	< 0.001
2	11.2	10.2	93	8.69	257	5.6	19.3	< 0.10	0.05	34.6	9.9	3.8	2.0	55	59	0.16	< 0.001
5	10.5	10.1	91	8.63	257	5.3	19.4	< 0.10	0.05	34.6	10.1	3.9	2.0	55	60	0.16	< 0.001
8	6.6	9.1	74	8.10	263	5.5	20.1	< 0.10	0.10	34.9	10.1	4.0	2.1	76	80	0.19	< 0.001
10	5.1	7.1	55	7.88	258	5.2	19.6	< 0.10	0.05	34.8	10.1	3.8	2.0	75	80	0.19	< 0.001
12	4.6	6.7	52	7.82	258	5.3	19.8	0.24	< 0.01	34.5	10.2	4.0	2.0	102	102	0.41	0.004
15	4.3	6.3	48	7.75	258	5.3	19.8	0.26	< 0.01	34.9	10.1	3.9	2.0	100	103	0.48	< 0.001
20	4.2	6.3	48	7.69	262	5.3	19.1	0.25	< 0.01	34.8	10.1	4.1	2.0	102	103	0.58	< 0.001
30	4.1	6.3	48	7.68	257	5.2	19.7	0.23	< 0.01	34.6	10.1	4.0	2.0	98	101	0.58	< 0.001
35	4.1	6.0	46	7.66	259	5.3	19.9	0.26	< 0.01	34.9	10.1	4.0	2.0	101	101	0.59	< 0.001
40	4.1	5.5	42	7.62	259	5.4	19.8	0.20	0.04	34.8	10.1	3.9	2.0	93	93	0.66	< 0.001
48	4.2	2.3	18	7.48	261	5.4	20.4	0.18	0.23	35.1	10.0	3.9	2.1	162	162	1.09	0.011
0-10 m	9.3	9.6	84	8.45	259	5.6	19.6	< 0.10	0.06	34.7	10.1	3.9	2.0	61	66	0.17	< 0.001
10-54m	4.2	6.0	46	7.70	259	5.3	19.6	0.23	0.02	34.8	10.1	4.0	2.0	103	105	0.57	0.001
0-54 m	6.1	7.3	60	7.97	259	5.4	19.6	0.15	0.04	34.7	10.1	4.0	2.0	88	90	0.42	0.001

Lago Viverone

Campionamento del 11/05/2005

Disco di secchi (m): **8.0** Clorofilla "a" int. 0-20m **< 1.0** mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	17.7	10.3	108	8.96	258	5.6	19.5	< 0.10	0.03	36.1	10.5	4.0	2.1	18	23	1.37	< 0.001
2	17.6	10.3	108	8.95	258	5.5	19.4	< 0.10	< 0.01	36.1	10.4	4.0	2.0	16	21	0.38	< 0.001
5	15.0	11.0	109	8.85	256	5.3	19.4	< 0.10	< 0.01	36.5	10.4	3.9	2.1	21	29	0.30	< 0.001
8	9.1	10.3	89	8.21	258	5.3	19.5	< 0.10	< 0.01	36.4	10.3	3.9	2.0	53	58	0.34	0.003
10	6.4	7.9	64	7.72	258	5.3	19.7	0.20	< 0.01	36.3	10.3	3.7	2.0	70	75	0.40	< 0.001
12	5.6	6.9	55	7.61	257	5.3	19.8	0.21	< 0.01	36.2	10.4	3.8	2.1	83	86	0.46	< 0.001
15	4.8	6.0	47	7.48	256	5.3	19.8	0.28	< 0.01	36.5	10.5	4.1	2.1	85	90	0.54	< 0.001
20	4.3	6.1	47	7.45	256	5.3	19.8	0.27	< 0.01	36.2	10.4	4.0	2.1	85	88	0.60	< 0.001
30	4.2	6.3	48	7.45	255	5.3	19.8	0.27	< 0.01	36.5	10.4	3.9	2.1	85	89	0.71	< 0.001
35	4.2	6.1	47	7.44	256	6.2	19.8	0.27	< 0.01	36.1	10.3	4.1	2.1	84	90	0.70	< 0.001
40	4.2	5.8	44	7.42	255	6.7	19.8	0.30	< 0.01	36.2	10.1	4.0	2.2	90	93	0.71	< 0.001
48	4.3	< 0.5	< 5	7.17	277	5.3	19.9	0.13	0.73	36.4	10.0	3.8	2.2	212	237	2.00	< 0.001
0-10 m	13.7	10.2	99	8.62	257	5.4	19.5	< 0.10	< 0.01	36.3	10.4	3.9	2.1	32	38	0.48	0.001
10-54m	4.5	5.9	45	7.46	257	5.5	19.8	0.26	0.05	36.3	10.4	4.0	2.1	93	98	0.70	< 0.001
0-54 m	7.9	7.5	65	7.89	257	5.5	19.7	0.17	0.03	36.3	10.4	3.9	2.1	71	76	0.62	< 0.001

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago Viverone

Campionamento del 15/06/2005

Disco di secchi (m): 2.0 Clorofilla "a" int. 0-10m 3.00 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	22.1	9.3	106	8.94	240	5.4	19.1	< 0.10	< 0.01	29.5	10.8	4.2	1.9	< 4	12	0.16	< 0.001
2	21.8	9.6	110	8.93	240	5.3	19.4	< 0.10	< 0.01	29.3	10.7	4.3	1.9	< 4	11	0.17	< 0.001
5	21.6	9.3	105	8.88	238	5.2	19.1	< 0.10	0.01	32.3	10.5	3.8	1.9	< 4	18	0.17	< 0.001
8	9.8	8.9	78	8.01	266	5.3	19.4	< 0.10	< 0.01	33.3	11.1	4.2	2.0	26	47	0.22	< 0.001
10	7.4	6.3	52	7.70	267	5.3	19.2	< 0.10	< 0.01	35.8	10.9	4.1	2.0	73	99	0.22	< 0.001
12	5.6	5.0	40	7.56	265	5.3	19.7	0.30	< 0.01	36.7	10.8	4.2	2.0	98	99	0.36	< 0.001
15	4.6	5.4	42	7.46	259	5.3	19.7	0.27	< 0.01	35.6	10.6	4.3	2.0	95	97	0.41	< 0.001
20	4.2	5.7	44	7.42	258	5.3	19.5	0.28	< 0.01	35.5	10.9	4.2	2.0	91	93	0.47	0.001
30	4.2	5.8	45	7.39	257	5.4	19.5	0.28	< 0.01	35.5	11.0	4.2	2.0	89	92	0.52	< 0.001
35	4.2	5.5	42	7.37	258	5.4	19.9	0.20	< 0.01	34.8	11.0	4.3	2.0	74	75	0.68	< 0.001
40	4.2	3.9	30	7.30	258	5.5	20.0	0.23	< 0.01	34.6	10.9	4.3	2.0	69	76	0.77	< 0.001
48	4.3	< 0.5	< 5	7.04	285	5.3	19.0	0.19	0.14	34.3	10.6	4.1	2.1	102	109	0.97	< 0.001
0-10 m	17.5	8.9	95	8.57	248	5.3	19.2	< 0.10	< 0.01	31.8	10.8	4.1	1.9	14	31	0.19	< 0.001
10-54m	4.5	5.1	39	7.41	261	5.3	19.6	0.25	0.01	35.4	10.8	4.2	2.0	89	92	0.53	< 0.001
0-54 m	9.3	6.5	60	7.84	256	5.3	19.5	0.16	0.01	34.1	10.8	4.2	2.0	61	70	0.40	< 0.001

Lago Viverone

Campionamento del 22/06/2005

Disco di secchi (m): 3.2 Clorofilla "a" int. 0-10m 1.70 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	26.7	8.6	108	8.77	236	5.1	18.8	< 0.10	< 0.01	27.9	11.2	4.2	1.9	< 4	12	0.29	< 0.001
2	26.5	8.9	111	8.76	235	5.2	19.1	< 0.10	< 0.01	27.8	11.3	4.2	1.9	< 4	< 4	0.32	< 0.001
5	21.0	10.4	116	8.79	241	5.1	18.8	< 0.10	< 0.01	32.9	11.7	4.1	1.9	< 4	21	0.33	< 0.001
8	10.2	8.8	78	7.95	263	5.1	18.8	< 0.10	< 0.01	35.8	12.0	4.1	2.0	57	73	0.45	< 0.001
10	7.0	6.0	50	7.64	270	5.1	18.9	0.12	< 0.01	37.4	11.4	4.1	2.0	84	105	0.46	< 0.001
12	5.8	4.7	37	7.49	267	5.1	19.0	0.23	< 0.01	37.3	11.3	4.1	2.0	99	107	0.47	< 0.001
15	4.6	5.3	41	7.40	261	5.1	19.2	0.27	< 0.01	35.8	11.3	4.1	2.0	90	94	0.49	< 0.001
20	4.2	5.8	45	7.37	258	5.1	18.9	0.17	< 0.01	34.4	11.3	4.4	1.9	57	71	0.55	< 0.001
30	4.3	5.7	44	7.34	258	5.1	19.2	0.23	< 0.01	35.6	11.3	4.1	2.0	80	91	0.67	< 0.001
35	4.2	5.4	41	7.32	256	5.1	19.2	0.26	< 0.01	35.7	11.2	4.1	2.0	90	103	0.79	< 0.001
40	4.2	3.0	23	7.21	257	5.1	19.1	0.29	< 0.01	35.6	11.3	4.0	2.0	99	148	0.97	< 0.001
48	4.3	< 0.5	< 5	7.06	276	5.2	18.2	0.15	0.43	32.7	10.9	4.0	2.1	151	158	1.01	< 0.001
0-10 m	19.1	8.9	98	8.46	247	5.1	18.9	< 0.10	< 0.01	32.2	11.6	4.1	1.9	22	36	0.36	< 0.001
10-54m	4.6	4.9	38	7.35	261	5.1	19.0	0.22	0.03	35.4	11.3	4.2	2.0	85	99	0.64	< 0.001
0-54 m	9.9	6.4	60	7.76	256	5.1	19.0	0.14	0.02	34.2	11.4	4.1	2.0	62	76	0.54	< 0.001

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_ UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago Viverone

Campionamento del 05/07/2005

Disco di secchi (m): **5.0** Clorofilla "a" int. 0-10m **1.70** mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	26.7	8.5	106	8.84	233	5.2	19.4	< 0.10	< 0.01	27.3	11.5	4.1	1.9	< 4	< 4	0.29	< 0.001
2	26.7	8.7	108	8.83	233	5.4	19.7	< 0.10	< 0.01	27.2	11.2	4.3	1.9	< 4	< 4	0.30	< 0.001
5	22.9	11.6	135	8.89	243	5.3	18.8	< 0.10	< 0.01	29.8	11.2	4.0	1.9	< 4	67	0.27	< 0.001
8	11.9	9.8	91	8.17	263	5.3	19.4	< 0.10	< 0.01	36.3	11.2	4.2	2.1	21	97	0.29	< 0.001
10	7.6	5.9	49	7.74	271	5.8	18.8	0.10	< 0.01	37.5	11.4	4.3	2.0	52	63	0.39	< 0.001
12	5.9	4.7	37	7.58	270	5.8	18.9	0.14	0.02	34.4	11.2	4.2	2.1	77	91	0.51	< 0.001
15	4.7	5.3	41	7.48	261	5.5	19.5	0.30	< 0.01	36.2	11.2	4.3	2.1	86	98	0.66	< 0.001
20	4.3	5.6	43	7.41	258	5.4	19.2	0.27	< 0.01	34.9	11.2	4.2	2.1	< 4	< 4	0.64	< 0.001
30	4.3	5.6	43	7.35	258	6.2	19.2	0.27	0.06	35.2	11.3	4.3	2.2	86	90	0.69	< 0.001
35	4.2	4.8	37	7.31	259	5.2	19.5	0.28	< 0.01	35.2	11.2	4.1	2.0	83	87	0.70	< 0.001
40	4.2	2.2	17	7.18	258	5.2	18.9	0.31	< 0.01	35.0	11.4	4.0	2.0	105	115	0.72	< 0.001
48	4.4	< 0.5	< 5	7.00	285	5.4	15.8	0.10	1.15	34.9	11.1	4.0	2.1	275	343	1.57	< 0.001
0-10 m	20.1	9.4	105	8.58	247	5.4	19.2	< 0.10	< 0.01	31.2	11.3	4.2	2.0	11	48	0.30	< 0.001
10-54m	4.6	4.7	37	7.38	262	5.6	19.0	0.25	0.09	35.2	11.2	4.2	2.1	76	86	0.70	< 0.001
0-54 m	10.3	6.4	62	7.82	257	5.5	19.1	0.16	0.06	33.7	11.2	4.2	2.1	52	72	0.55	< 0.001

Lago Viverone

Campionamento del 18/07/2005

Disco di secchi (m): **4.0** Clorofilla "a" int. 0-12m **< 1.0** mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	28.0	8.9	113	8.87	235	5.3	19.3	< 0.10	< 0.01	31.3	11.3	4.0	1.9	32	40	0.27	< 0.001
2	27.8	8.8	112	8.88	234	5.3	20.0	< 0.10	< 0.01	27.1	11.4	4.2	1.9	< 4	16	0.29	< 0.001
5	24.9	10.0	120	8.91	236	5.3	19.7	< 0.10	< 0.01	27.8	11.3	4.2	1.9	< 4	14	0.31	< 0.001
8	12.9	10.0	94	8.34	267	5.5	19.5	< 0.10	< 0.01	36.2	11.3	4.2	2.1	29	63	0.35	< 0.001
10	7.7	5.5	46	7.84	274	5.4	19.4	< 0.10	< 0.01	37.4	11.3	4.0	2.0	72	85	0.43	< 0.001
12	5.4	4.9	39	7.69	269	5.4	19.7	0.15	< 0.01	33.6	11.4	4.2	2.0	53	91	0.47	< 0.001
15	4.3	5.2	40	7.54	261	6.4	19.9	0.32	< 0.01	35.4	11.5	4.5	2.2	84	102	0.51	0.001
20	4.3	5.4	41	7.44	259	5.3	19.9	0.27	< 0.01	35.4	11.3	4.2	2.0	87	101	0.51	0.001
30	4.3	5.3	41	7.37	260	5.3	19.4	0.29	< 0.01	35.5	11.3	4.1	2.0	87	105	0.53	0.001
35	4.2	4.7	36	7.33	258	5.5	19.8	0.29	< 0.01	35.4	11.3	4.3	2.1	90	103	0.55	0.001
40	4.3	2.0	15	7.21	260	5.4	19.7	0.22	< 0.01	34.6	11.3	4.2	2.0	74	93	0.79	0.001
48	4.4	< 0.5	< 5	6.96	289	5.5	19.3	0.13	0.81	35.5	11.2	4.1	2.2	193	244	1.65	< 0.001
0-10 m	21.4	9.0	103	8.65	247	5.3	19.6	< 0.10	< 0.01	31.1	11.3	4.1	2.0	19	37	0.32	< 0.001
10-54m	4.5	4.6	36	7.42	263	5.5	19.7	0.25	0.05	35.2	11.3	4.2	2.0	88	109	0.61	0.001
0-54 m	10.7	6.2	60	7.88	257	5.5	19.7	0.16	0.03	33.7	11.3	4.2	2.0	63	82	0.50	< 0.001

Lago Viverone

Campionamento del 17/08/2005

Disco di secchi (m): **5.0** Clorofilla "a" int. 0-15m **2.60** mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	24.9	8.8	107	8.90	228	5.1	18.9	< 0.10	< 0.01	26.3	11.1	4.4	2.0	< 4	10	0.23	< 0.001
2	24.9	8.8	106	8.91	227	5.1	18.9	< 0.10	< 0.01	26.3	11.1	4.3	2.0	< 4	< 4	0.25	< 0.001
5	24.8	8.8	106	8.91	226	5.1	18.8	< 0.10	< 0.01	27.8	11.0	4.3	2.0	< 4	21	0.23	< 0.001
8	15.7	13.2	133	8.86	261	5.0	18.3	< 0.10	< 0.01	37.3	10.9	4.2	2.0	< 4	31	0.35	< 0.001
10	9.1	5.3	46	7.84	278	5.0	18.2	< 0.10	< 0.01	39.7	10.9	4.3	2.0	30	46	0.38	< 0.001
12	6.5	4.1	34	7.70	278	5.0	18.4	0.13	< 0.01	40.9	10.9	4.3	2.0	77	100	0.39	0.002
15	4.4	4.0	31	7.47	263	5.0	18.5	0.29	< 0.01	38.0	10.9	4.3	2.1	104	108	0.63	0.001
20	4.5	4.0	31	7.41	264	5.0	18.4	0.30	< 0.01	37.9	10.9	4.3	2.1	103	105	0.70	0.001
30	4.4	4.0	31	7.36	264	5.0	18.4	0.33	< 0.01	38.0	10.9	4.3	2.1	105	109	0.61	0.001
35	4.5	4.0	31	7.35	264	5.0	18.5	0.30	< 0.01	37.9	10.8	4.2	2.1	101	103	0.66	0.001
40	4.3	2.2	17	7.26	262	5.0	18.5	0.35	0.01	37.9	10.9	4.3	2.1	117	128	0.78	0.002
48	4.4	< 0.5	< 5	6.96	296	5.1	17.0	0.14	1.07	37.6	10.7	4.1	2.2	297	348	2.13	< 0.001
0-10 m	21.0	9.4	106	8.78	240	5.1	18.7	< 0.10	< 0.01	30.7	11.0	4.3	2.0	< 4	20	0.28	< 0.001
10-54m	4.8	3.6	29	7.41	268	5.0	18.3	0.27	0.07	38.3	10.9	4.2	2.1	112	121	0.72	0.001
0-54 m	10.8	5.8	57	7.91	258	5.0	18.5	0.17	0.04	35.5	10.9	4.3	2.0	72	84	0.56	0.001

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago Viverone

Campionamento del 29/08/2005

Disco di secchi (m): 8.0 Clorofilla "a" int. 0-15m 1.40 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	24.3	8.7	104	8.82	230	5.4	20.6	< 0.10	< 0.01	26.2	11.2	4.7	2.2	< 4	< 4	0.17	< 0.001
2	24.2	8.6	103	8.83	229	5.4	19.5	< 0.10	< 0.01	26.6	11.3	4.6	2.1	< 4	< 4	0.18	< 0.001
5	24.0	8.7	104	8.84	227	5.3	19.9	< 0.10	< 0.01	26.8	11.2	4.5	2.1	< 4	39	0.19	< 0.001
8	16.0	12.5	126	8.87	265	5.2	19.0	< 0.10	< 0.01	37.2	10.9	4.2	2.0	< 4	51	0.25	< 0.001
10	9.3	5.5	48	7.97	280	5.3	18.9	< 0.10	0.01	40.1	11.0	4.3	2.1	17	32	0.28	< 0.001
12	6.4	4.2	34	7.79	279	5.1	19.1	0.16	< 0.01	40.1	11.0	4.3	2.1	76	89	0.42	< 0.001
15	4.5	3.6	28	7.52	267	5.3	19.3	0.18	0.02	34.6	11.0	4.3	2.1	54	60	0.45	< 0.001
20	4.5	3.6	28	7.43	265	5.5	19.1	0.31	0.01	37.8	11.0	4.4	2.1	91	97	0.61	< 0.001
30	4.5	3.5	27	7.36	265	5.1	19.2	0.33	< 0.01	37.6	10.9	4.2	2.1	95	98	0.66	< 0.001
35	4.5	3.5	27	7.34	266	5.3	19.1	0.32	< 0.01	37.8	11.0	4.3	2.2	96	96	0.76	< 0.001
40	4.4	1.6	12	7.27	263	5.1	18.9	0.33	0.01	37.2	10.9	4.2	2.1	104	128	0.95	0.003
48	4.4	< 0.5	< 5	6.90	303	5.2	18.9	0.14	1.93	38.2	10.8	4.2	2.2	367	369	2.19	< 0.001
0-10 m	20.6	9.2	102	8.74	242	5.3	19.6	< 0.10	< 0.01	30.5	11.1	4.5	2.1	< 4	26	0.21	< 0.001
10-54m	4.8	3.3	26	7.43	270	5.3	19.1	0.26	0.13	37.5	11.0	4.3	2.1	101	108	0.71	< 0.001
0-54 m	10.7	5.4	54	7.92	260	5.3	19.3	0.16	0.08	34.9	11.0	4.4	2.1	65	78	0.52	< 0.001

Lago Viverone

Campionamento del 13/09/2005

Disco di secchi (m): 7.1 Clorofilla "a" int. 0-15m 4.10 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	22.1	9.2	109	8.89	226	5.2	19.5	< 0.10	< 0.01	27.0	10.9	4.4	2.0	< 4	< 4	0.17	< 0.001
2	22.1	9.1	108	8.89	225	5.2	19.5	< 0.10	< 0.01	26.6	10.9	4.3	2.0	< 4	11	0.18	< 0.001
5	22.0	8.9	101	8.88	223	5.3	19.8	< 0.10	0.01	26.3	10.9	4.3	2.0	< 4	11	0.19	< 0.001
8	21.4	8.3	92	8.62	231	5.2	19.5	< 0.10	0.01	33.7	10.9	4.2	2.0	17	35	0.24	< 0.001
10	9.8	4.3	40	7.84	279	5.5	19.7	< 0.10	< 0.01	40.1	11.3	4.5	2.1	6	19	0.26	< 0.001
12	6.9	7.0	60	8.09	278	5.3	19.4	< 0.10	0.01	40.8	11.1	4.3	2.1	56	83	0.29	< 0.001
15	4.5	3.2	26	7.51	265	5.2	19.3	0.30	< 0.01	38.1	11.1	4.2	2.1	94	104	0.49	< 0.001
20	4.5	3.2	26	7.42	265	5.2	19.3	0.30	< 0.01	37.4	10.9	4.2	2.1	95	101	0.51	< 0.001
30	4.5	3.2	25	7.36	265	5.6	19.7	0.30	< 0.01	37.1	10.9	4.6	2.4	88	90	0.54	< 0.001
35	4.5	3.2	25	7.35	265	5.2	19.2	0.31	< 0.01	37.6	11.0	4.2	2.1	96	97	0.87	< 0.001
40	4.5	1.1	9	7.28	265	5.2	19.2	0.31	< 0.01	37.8	11.1	4.3	2.2	104	115	1.02	< 0.001
48	4.4	< 0.5	< 5	6.98	293	7.5	14.8	0.16	1.79	38.8	11.2	4.9	3.0	330	373	1.85	< 0.001
0-10 m	20.5	8.3	95	8.71	232	5.3	19.6	< 0.10	0.01	29.7	10.9	4.3	2.0	4	16	0.20	< 0.001
10-54m	4.9	3.3	27	7.47	269	5.4	19.1	0.25	0.12	38.1	11.0	4.4	2.2	102	113	0.64	< 0.001
0-54 m	10.7	5.1	52	7.92	255	5.4	19.3	0.16	0.08	35.0	11.0	4.3	2.1	66	77	0.48	< 0.001

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_ UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago Viverone

Campionamento del 27/09/2005

Disco di secchi (m): 8.4 Clorofilla "a" int. 0-15m 2.00 mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	19.9	10.3	117	8.98	233	5.6	19.3	< 0.10	< 0.01	25.8	10.6	4.4	2.2	< 4	12	0.13	< 0.001
2	19.9	10.4	118	8.98	233	5.2	19.1	< 0.10	< 0.01	25.8	10.7	4.5	1.9	< 4	13	0.14	< 0.001
5	19.9	10.3	116	8.97	231	5.2	19.3	< 0.10	< 0.01	25.7	10.6	4.1	1.9	< 4	13	0.16	< 0.001
8	18.6	10.9	121	8.88	245	5.2	19.2	< 0.10	< 0.01	27.4	10.5	4.1	1.9	< 4	28	0.24	< 0.001
10	10.2	4.3	40	7.97	290	5.4	19.0	< 0.10	< 0.01	37.3	10.8	4.3	2.3	< 4	42	0.27	< 0.001
12	6.2	8.1	67	8.20	282	5.2	19.1	< 0.10	< 0.01	38.4	10.7	4.2	2.0	49	69	0.56	< 0.001
15	3.9	3.2	25	7.62	270	5.1	19.1	0.26	< 0.01	36.0	10.6	4.1	2.0	85	96	0.41	< 0.001
20	4.0	3.1	24	7.42	270	5.1	19.1	0.30	< 0.01	36.1	10.7	4.1	2.0	103	105	0.42	< 0.001
30	3.9	3.0	24	7.34	270	5.1	19.1	0.29	< 0.01	36.0	10.7	4.1	2.0	93	105	0.42	< 0.001
35	3.9	2.3	18	7.32	271	5.1	19.1	0.29	< 0.01	36.0	10.7	4.2	2.0	96	106	0.43	< 0.001
40	3.9	< 0.5	< 5	7.25	272	5.2	19.0	0.28	0.01	36.1	10.7	4.1	2.0	105	109	1.24	0.003
48	3.8	< 0.5	< 5	6.97	300	5.1	18.5	0.18	0.71	35.5	10.5	4.1	2.1	212	248	1.69	< 0.001
0-10 m	18.5	9.8	109	8.84	241	5.2	19.2	< 0.10	< 0.01	27.4	10.6	4.3	2.0	< 4	19	0.18	< 0.001
10-54m	4.4	3.2	26	7.49	274	5.1	19.0	0.24	0.05	36.3	10.7	4.1	2.0	95	107	0.59	< 0.001
0-54 m	9.6	5.6	56	7.99	262	5.2	19.1	0.15	0.03	33.0	10.7	4.2	2.0	60	75	0.44	< 0.001

Lago Viverone

Campionamento del 24/10/2005

Disco di secchi (m): 6.8 Clorofilla "a" int. 0-15m mg m⁻³

Prof. m	Temp. °C	O ₂ mg l ⁻¹	O ₂ %	pH	χ _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl mg l ⁻¹	SO ₄ mg l ⁻¹	N-NO ₃ mg l ⁻¹	N-NH ₄ mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	Mg mg l ⁻¹	Na mg l ⁻¹	K mg l ⁻¹	RP μg l ⁻¹	TP μg l ⁻¹	Si mg l ⁻¹	N-NO ₂ mg l ⁻¹
0.5	16.4	10.4	110	8.87	230	5.8	19.5	< 0.10	< 0.01	26.8	10.5	4.3	1.8	< 4	< 4	0.42	< 0.001
2	16.4	11.6	122	8.90	228	5.2	19.5	< 0.10	< 0.01	26.8	10.6	4.1	1.9	< 4	12	0.46	< 0.001
5	16.4	12.6	133	8.91	228	5.2	19.5	< 0.10	< 0.01	26.2	10.5	4.0	1.9	< 4	11	0.29	< 0.001
8	16.4	11.8	125	8.90	228	5.2	20.1	< 0.10	0.01	27.1	10.6	4.1	1.9	< 4	15	0.35	< 0.001
10	12.9	5.0	49	7.63	280	5.3	19.3	< 0.10	0.01	34.9	10.6	4.0	2.0	< 4	40	0.37	< 0.001
12	7.2	6.8	58	7.98	278	5.3	19.3	< 0.10	< 0.01	38.3	10.7	4.1	2.0	43	78	0.61	< 0.001
15	4.6	2.4	19	7.47	265	5.2	19.5	< 0.10	< 0.01	37.0	10.7	4.1	2.0	97	106	0.63	< 0.001
20	4.5	2.5	20	7.41	265	5.2	19.5	0.32	< 0.01	36.5	11.0	4.1	1.9	95	112	0.89	< 0.001
30	4.5	2.3	18	7.38	265	5.4	20.0	0.33	< 0.01	36.8	11.3	4.2	2.0	99	108	0.77	< 0.001
35	4.5	1.7	13	7.35	265	5.2	19.5	0.32	< 0.01	37.3	11.1	4.1	2.0	106	107	0.69	< 0.001
40	4.5	< 0.5	< 5	7.28	266	5.2	19.4	0.29	0.02	36.3	10.8	4.0	2.0	109	115	0.93	0.017
48	4.4	< 0.5	< 5	6.99	300	5.2	19.4	0.20	0.30	35.1	10.7	4.0	2.0	124	132	0.96	0.003
0-10 m	16.0	11.0	116	8.76	234	5.3	19.6	< 0.10	< 0.01	27.6	10.6	4.1	1.9	< 4	14	0.37	< 0.001
10-54m	5.1	2.6	22	7.44	269	5.3	19.5	0.21	0.02	36.8	10.9	4.1	2.0	91	105	0.76	0.002
0-54 m	9.1	5.7	56	7.93	256	5.3	19.6	0.13	0.01	33.4	10.8	4.1	1.9	58	71	0.62	0.001

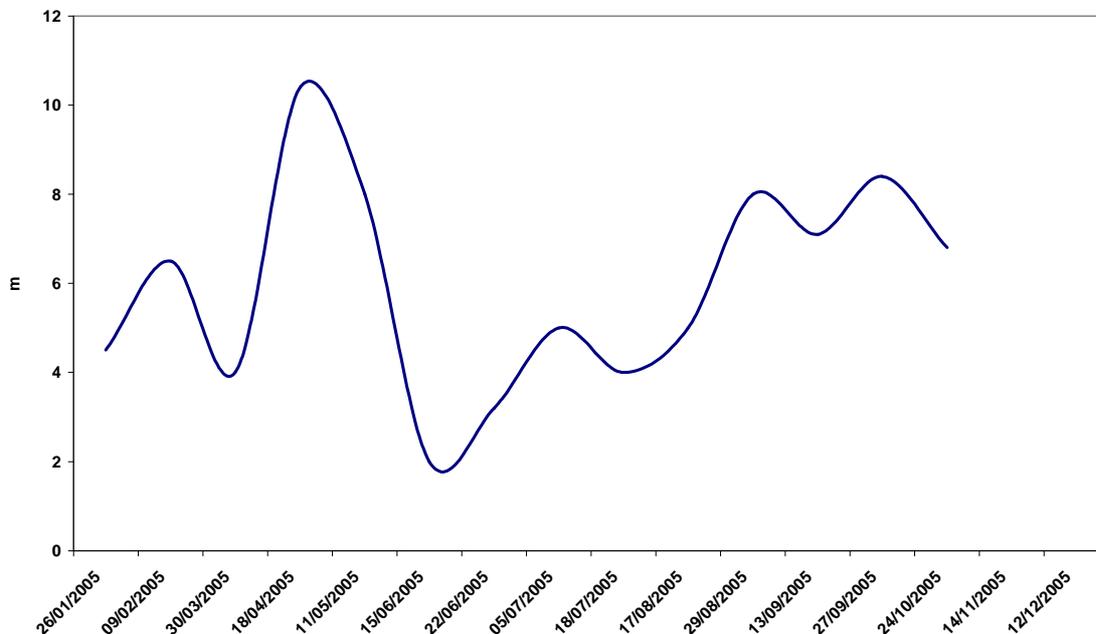
I grafici riportano per i parametri analizzati, l'andamento annuale delle medie ponderate dei vari strati presi in esame.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Trasparenza - anno 2005

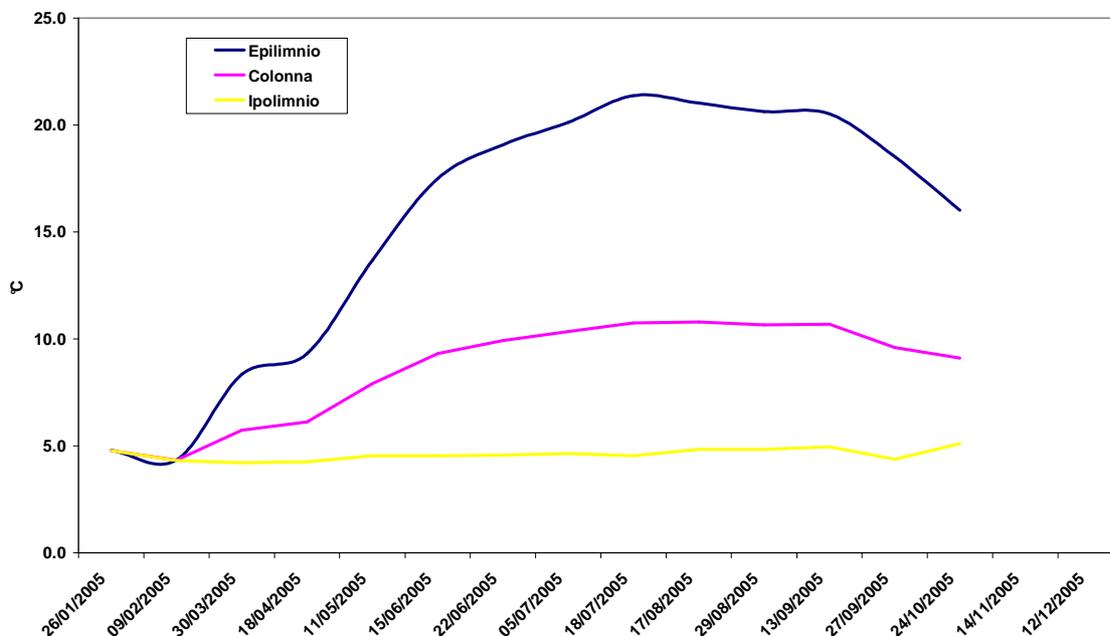


In questo caso abbiamo l'andamento annuale del parametro che presenta un valore di minimo nel mese di giugno con dati poi mediamente superiori a 4 metri durante tutto il resto dell'anno.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Temperature medie ponderate - anno 2005



Fino all'inizio del mese di marzo la temperatura è pressoché uniforme su tutta la colonna d'acqua ed è prossima al valore di 5°C, con valori leggermente più elevati nei primi metri di profondità. Durante il mese di aprile le acque iniziano gradualmente a stratificarsi e in aprile-maggio i primi 5 metri circa si trovano a una temperatura superiore ai 10°C.

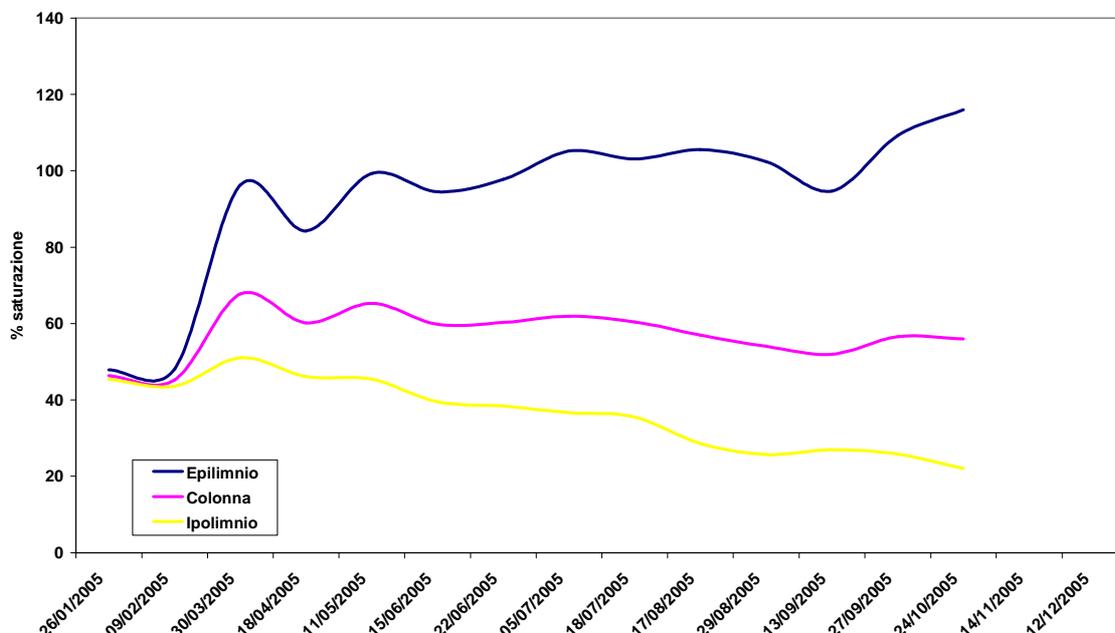
La profondità del termoclino tende via via ad innalzarsi e il gradiente di temperatura diventa particolarmente significativo.

La stratificazione è massima tra luglio e settembre quando la differenza di temperatura tra epilimnio ed ipolimnio si aggira tra i 16 e i 17°C mentre già alla fine di ottobre la differenza di temperatura tra gli strati va riducendosi e si avvicina il rimescolamento invernale.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Ossigeno disciolto medie ponderate - anno 2005



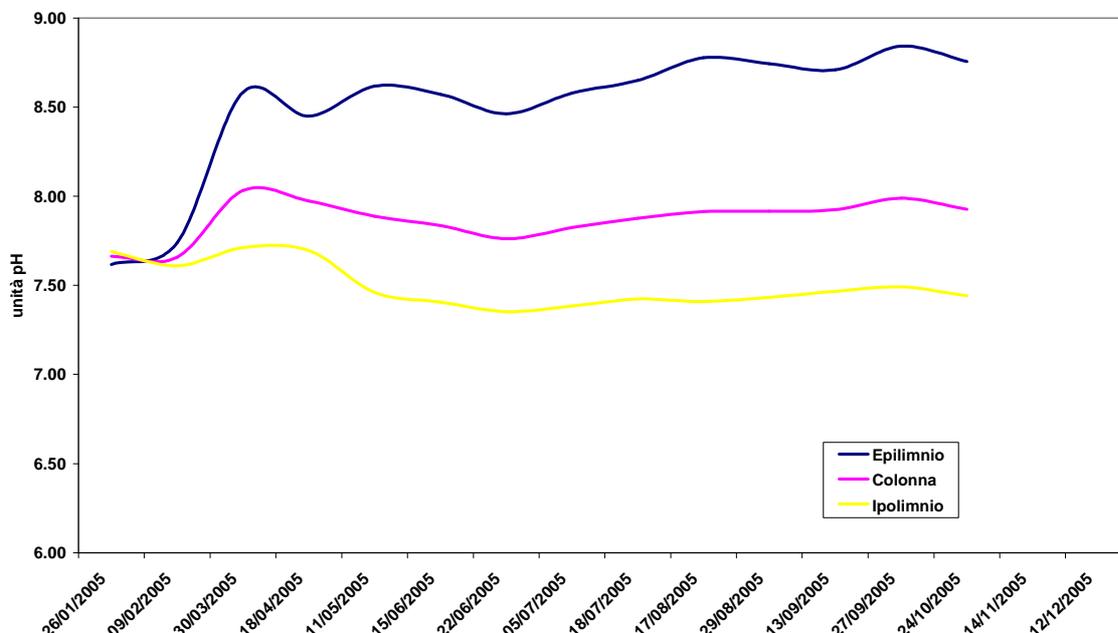
Osservando i dati di saturazione dell'ossigeno nel lago di Viverone si nota che nel periodo di omotermia la concentrazione è pressoché uniforme a tutte le profondità, con un valor medio pari a circa 45%.

Nel primo periodo di stratificazione ha inizio un differenziamento dell'ossigenazione delle acque in funzione della profondità: nell'epilimnio l'O₂ aumenta, arrivando in superficie alla saturazione completa. Nell'ipolimnio invece, come effetto del mancato scambio con gli strati superiori, si registrano repentini abbassamenti del contenuto di ossigeno, fino ad un valore medio del 20% con punte < 5% alla massima profondità durante tutta l'estate e fino al mese di settembre compreso.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - pH medie ponderate - anno 2005



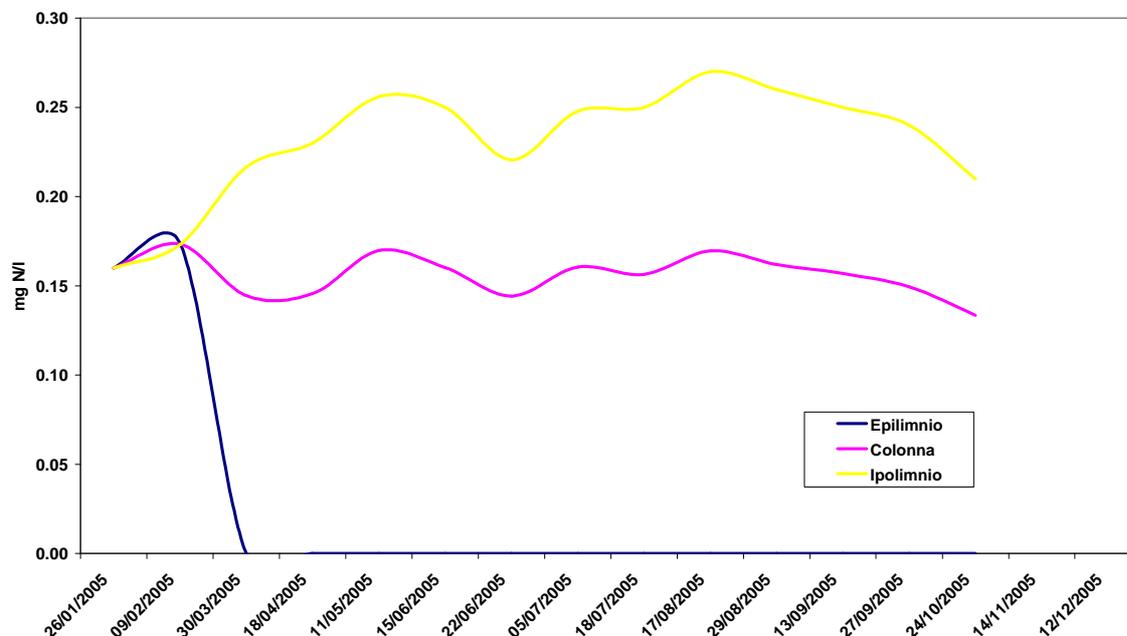
Dai dati di pH sulla colonna d'acqua si osserva come nel periodo di omotermia questo fattore si attesti costante a tutte le profondità, con un valore medio di 7,7, in relazione al mescolamento delle acque e conseguente andamento costante della concentrazione di ossigeno e anidride carbonica.

Durante il periodo di massima stratificazione si vede come l'andamento del pH presenti valori più elevati in superficie fino a 8,8 mentre nell'ipolimnio il valore risulta costante durante tutto l'anno con valori compresi tra 7,4 e 7,5.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Azoto nitrico medie ponderate - anno 2005



Dai campionamenti effettuati sulle acque del lago di Viverone si osservano concentrazioni molto variabili in relazione alla profondità ed alla stagione.

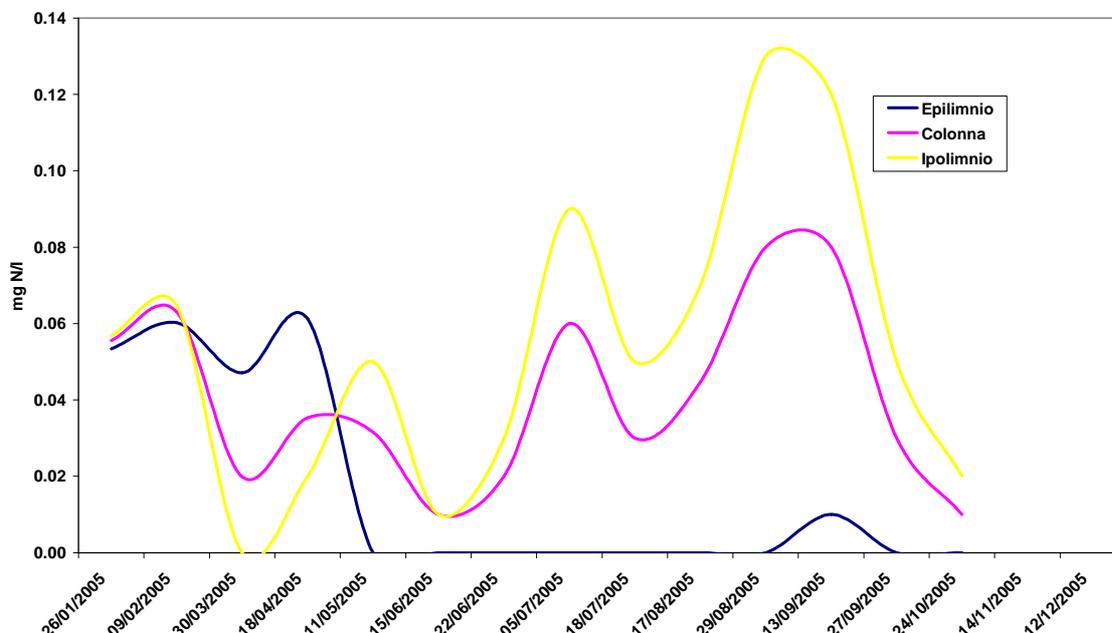
Durante i primi mesi dell'anno, grazie al rimescolamento invernale che arricchisce di ossigeno le acque del fondo, si hanno valori omogenei di nitrati su tutta la colonna, con un valor medio che si assesta sugli 0,16 mg/l.

Con l'inizio della stratificazione, così come avviene per il fosforo, si hanno concentrazioni molto basse o quasi nulle in superficie, a causa del consumo da parte dei produttori, mentre si osservano picchi elevati verso il fondo all'inizio dell'estate per poi diminuire di molto a causa dell'instaurarsi di condizioni di anossia. Così nei mesi estivi i nitrati vengono ridotti ad azoto ammoniacale.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Azoto ammoniacale medie ponderate - anno 2005

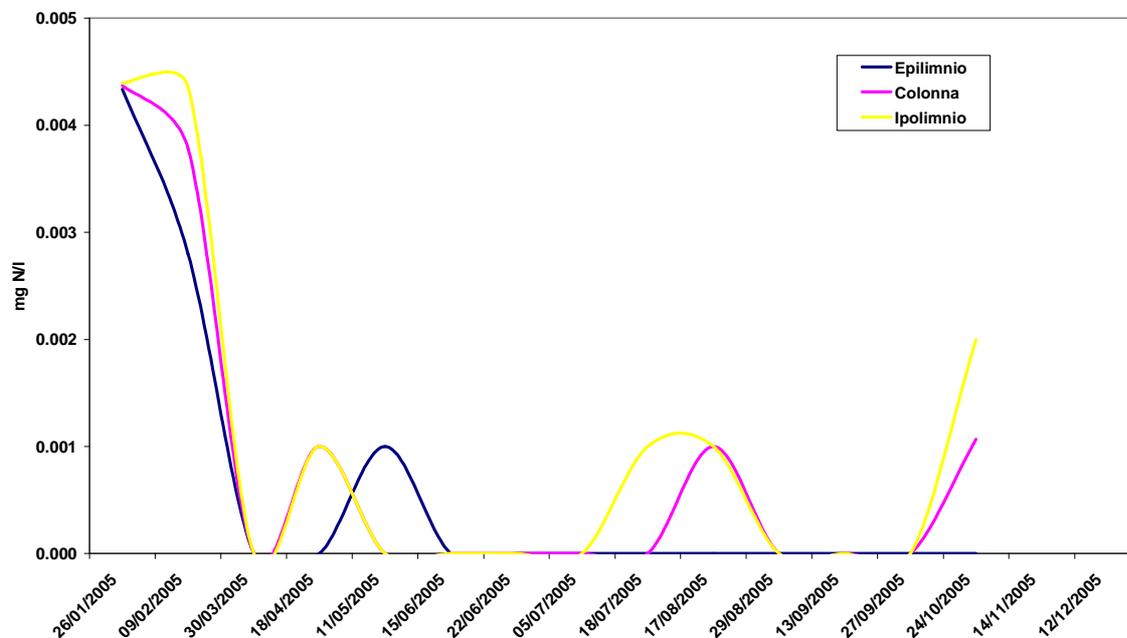


Quest'ultimo, come si vede dal grafico, risulta piuttosto scarso nell'epilimnio a causa del consumo da parte delle alghe mentre presenta valori elevati sul fondo in particolare durante la stratificazione estiva quando, le condizioni di anossia facilitano il rilascio da parte dei sedimenti.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Azoto nitroso medie ponderate - anno 2005

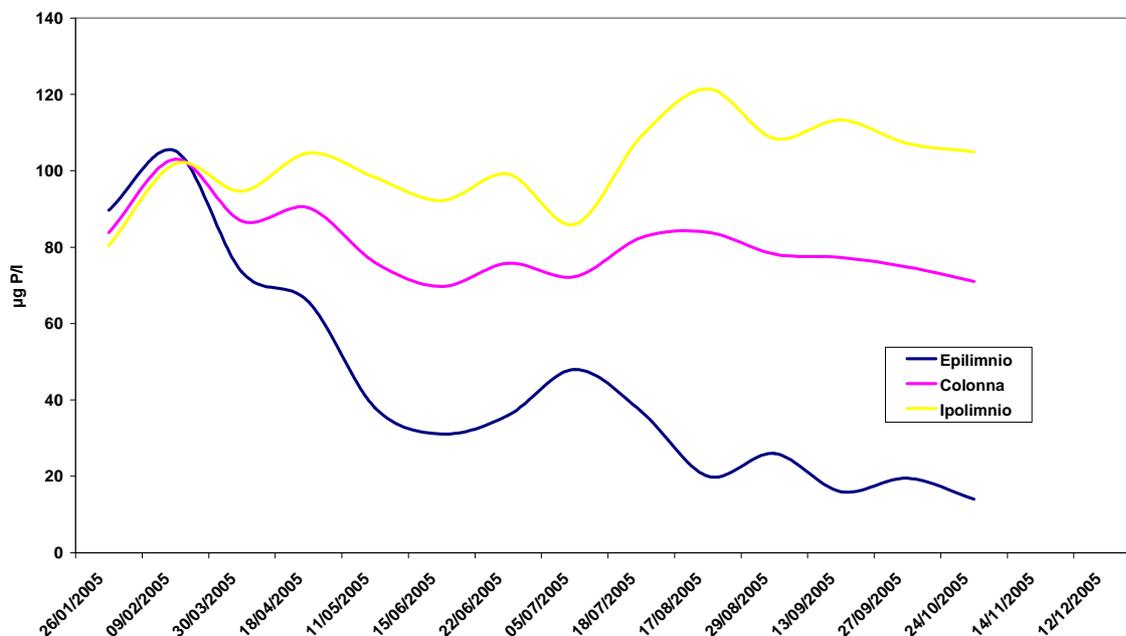


La presenza dei nitriti è legata alla nitrificazione dell'ammoniaca nel suo stadio intermedio, sono infatti rapidamente ossidati e persistono raramente a profondità intermedie e nelle acque interstiziali.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Fosforo totale medie ponderate - anno 2005



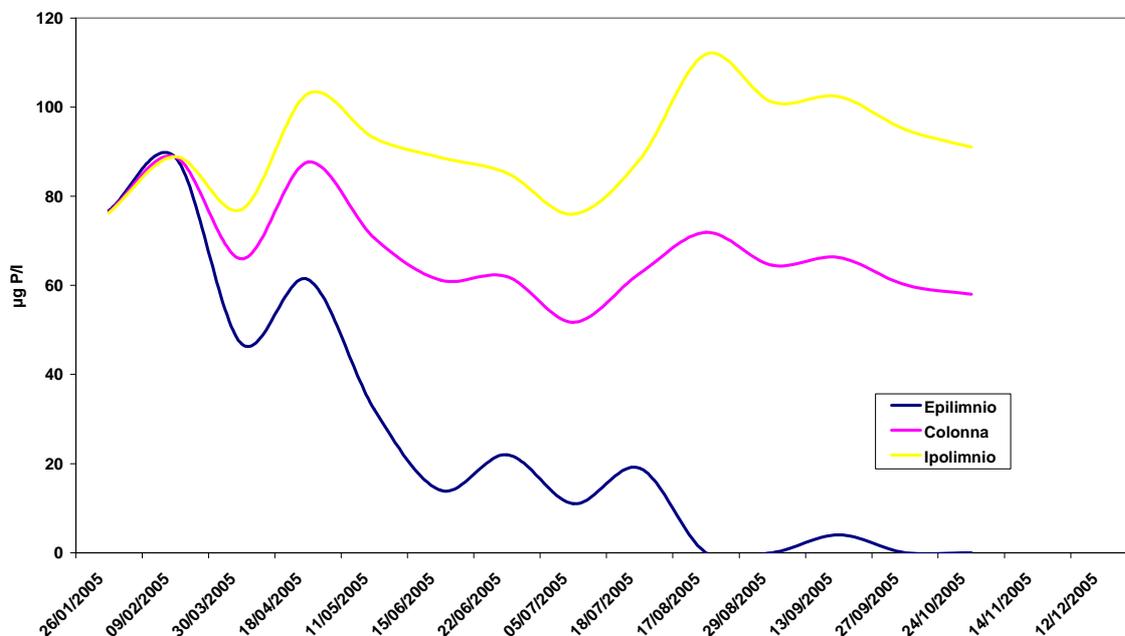
Nei campionamenti sulla colonna d'acqua del lago di Viverone il fosforo è stato misurato sotto forma di fosforo totale e di ortofosfati poiché è questa la forma in cui questa sostanza viene utilizzata dalle alghe per la crescita e la riproduzione.

L'andamento delle curve di concentrazione del fosforo, in particolare del fosforo reattivo, evidenzia che i valori minimi di P si concentrano nell'epilimnio nel periodo fine estate-inizio autunno, a seguito del forte consumo da parte delle alghe dai mesi primaverili in poi, mentre le acque profonde sono caratterizzate da concentrazioni elevate, con medie ponderate ipolimniche intorno a 110 µg/l.

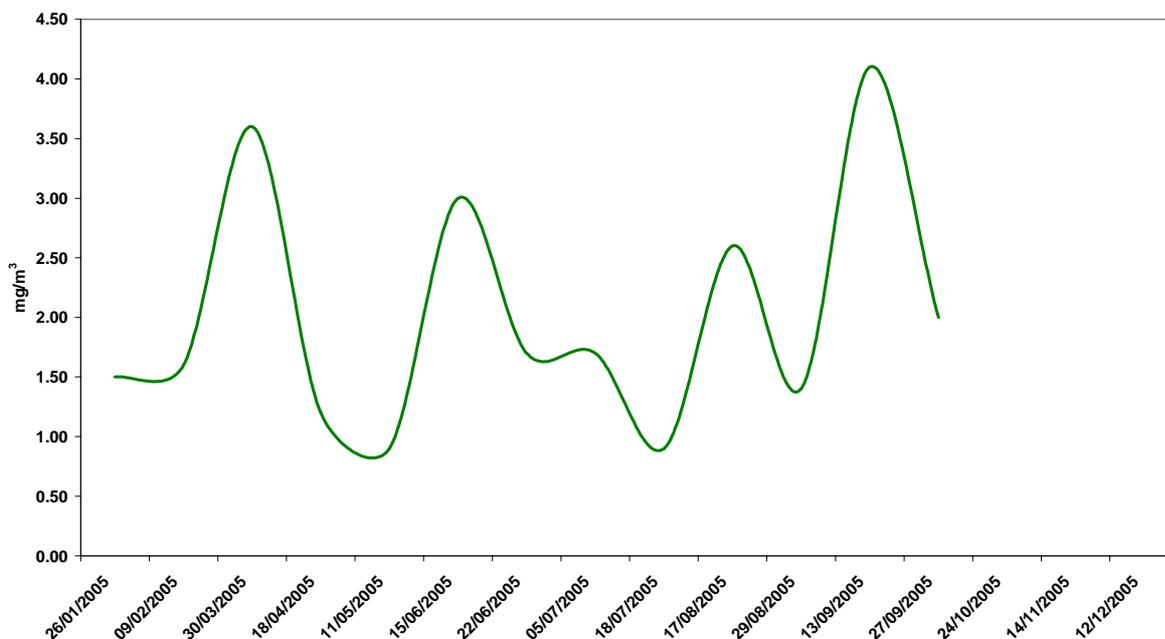


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Lago di Viverone - Fosforo reattivo medie ponderate - anno 2005



Lago di Viverone - Clorofilla "a" - anno 2005



La clorofilla "a" ha presentato un andamento legato alle condizioni trofiche del lago con un valore minimo di < 1.0 µg/l e un valore massimo di 4,1 µg/l a settembre.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

La classificazione preliminare del lago, sulla base dei dati fin qui a disposizione, secondo il metodo CSE elaborato dall'IRSA e recepito dal D.M. n.391/2003, confermerebbe lo stato ecologico (SEL) in classe 4 corrispondente ad uno stato ambientale (SAL) SCADENTE.

La tabella seguente mostra i dati SEL e SAL degli ultimi 5 anni.

ANNO	LAGO	TP	O ₂	SD	Chl	STATO ECOLOGICO	STATO AMBIENTALE
2001	Viverone	5	4	2	2	4	SCADENTE
2002		5	4	2	2	4	SCADENTE
2003		5	4	4	4	5	PESSIMO
2004		5	4	3	3	4	SCADENTE
2005		5	4	3	2	4	SCADENTE

Quindi è evidenziata una situazione di degrado che si mantiene pressoché invariata con una forte compromissione a carico del fosforo e della saturazione dell'ossigeno e piccole oscillazioni relative invece agli altri due macrodescrittori (trasparenza e clorofilla).



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.5 Raccolta di tutte le informazioni necessarie a definire la balneazione sulle spiagge

La tutela delle acque utilizzate ai fini balneari è regolamentata dal D.P.R. n. 470 dell'8 giugno 1982 e s.m.i. mediante il monitoraggio di parametri chimico-fisici e microbiologici aventi rispettivamente significato di indicatori ambientali e igienico sanitari.

Nell'anno 2005 le sette stazioni balneari site sul Lago come nell'anno precedente, sono state dichiarate non agibili con D.D. 25/01/05 n. 5 con riferimento ai disposti della legge 29 dicembre 2000, n. 422 che modifica il D.P.R. 470/82 art.7, comma 1 casi A e B.

La non agibilità ai sensi dell'articolo 7 del D.P.R. sopra citato, vincola la riammissione alla balneazione alla esecuzione di provvedimenti di bonifica e alla successiva comunicazione al Ministero dell'Ambiente.



Nel contesto del progetto per lo studio e il recupero del lago di Viverone si sono effettuati ugualmente i prelievi per la balneazione con la cadenza prevista per i controlli di routine dal D.P.R. 470/82 e s.m.i. cioè 2 campionamenti mensili da aprile a settembre al fine di



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

valutare e tenere sotto controllo il trend evolutivo della qualità igienico - sanitaria delle acque.

Il dettaglio delle sette spiagge controllate è riportato nella tabella seguente:

Codice	Denominazione Spiagge	Comune	Prov.	Estensione spiaggia km
001	Lido Anzasco	Piverone	TO	0.15
002	Bagni Beppe	Viverone	BI	0.07
003	Bagni Comunali e Marinella	Viverone	BI	0.18
004	Bagni Lac et Soleil	Viverone	BI	0.15
005	Bagni Masseria	Viverone	BI	0.06
006	Campeggio Haway	Viverone	BI	0.50
007	Bagni Ghigliotta	Viverone	BI	0.15

Il protocollo analitico prevede la determinazione dei parametri elencati nell'allegato I del D.P.R. 470/82 e s.m.i. e riportati in tabella.

Parametro	Unità di Misura
Temperatura aria	°C
Temperatura acqua	°C
pH	unità pH
Trasparenza disco di Secchi	m
Ossigeno ipolimnico	% di saturazione
Oli minerali	mg/L
Tensioattivi	mg/L
Fenoli	mg/L
Coliformi totali	UFC/100ml
Coliformi fecali	UFC/100ml
Streptococchi fecali	UFC/100ml
Salmonella spp	-

Tra i parametri chimici la percentuale di saturazione dell'Ossigeno, il pH e la trasparenza sono indicatori dello stato trofico delle acque; mentre i parametri microbiologici, quali i Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali, vengono ricercati in quanto considerati idonei indicatori di contaminazione fecale rivelando la possibile presenza di



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

eventuali patogeni (es. *Salmonella spp.*, Vibrioni) associati alla possibilità di trasmissione di malattie infettive.

Nella tabella che segue sono evidenziati i risultati microbiologici ottenuti:

DATI MICROBIOLOGICI (aprile-settembre)				
BAGNI	N°campioni	Balneabili	% Balneabili	NON BALNEABILI
BEPPE	12	11	92	● Salmonelle presenti
COMUNALI E MARINELLA	12	12	100	-
CAMPEGGIO HAWAY	12	12	100	-
GHIgliotta	12	12	100	-
LAC ET SOLEIL	12	12	100	-
ANZASCO	12	12	100	-
MASSERIA	12	12	100	-

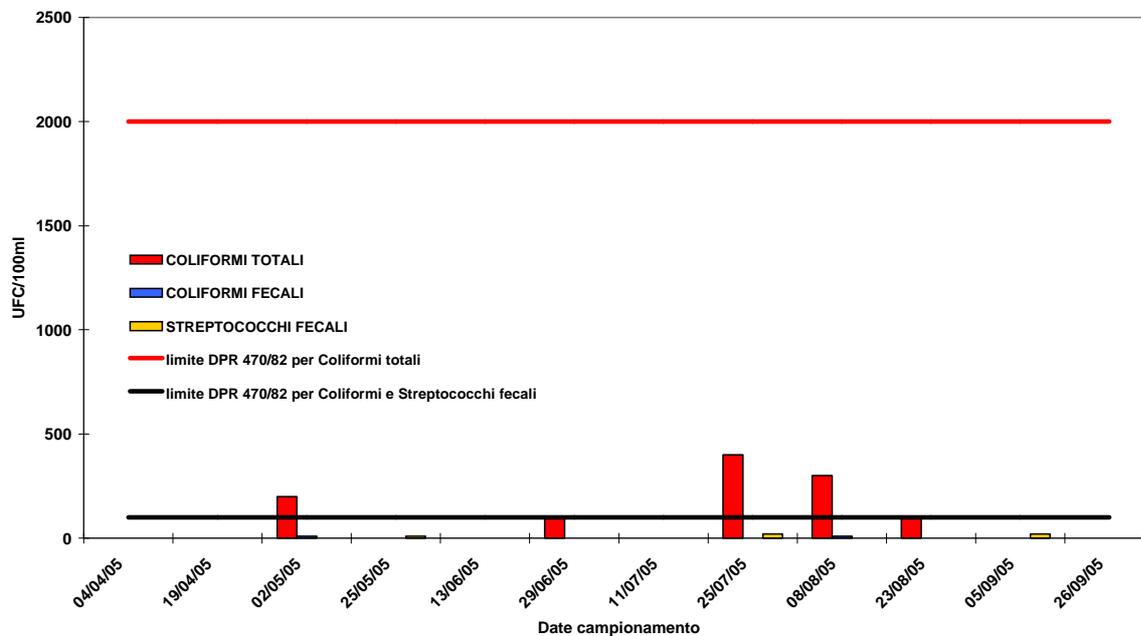
Si evidenzia come non ci siano mai stati superamenti dei parametri Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali indicatori di contaminazione fecale durante tutto il periodo di campionamento. In un solo caso nel mese di aprile si è rilevata la presenza di *Salmonella* ma, stante la non balneabilità, si è ritenuto di non procedere ad approfondimenti supplementari.

I grafici seguenti riportano la situazione microbiologica per ciascuna stazione balneare in relazione ai limiti di legge.

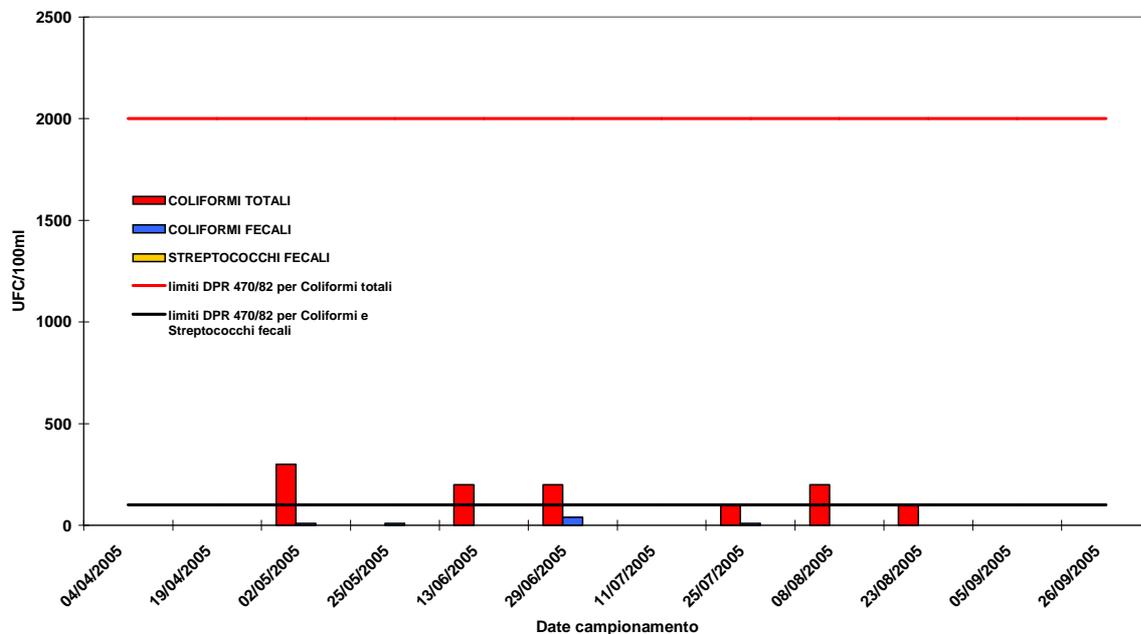


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Microbiologia Bagni Beppe anno 2005



Microbiologia Bagni Comunali e Marinella anno 2005

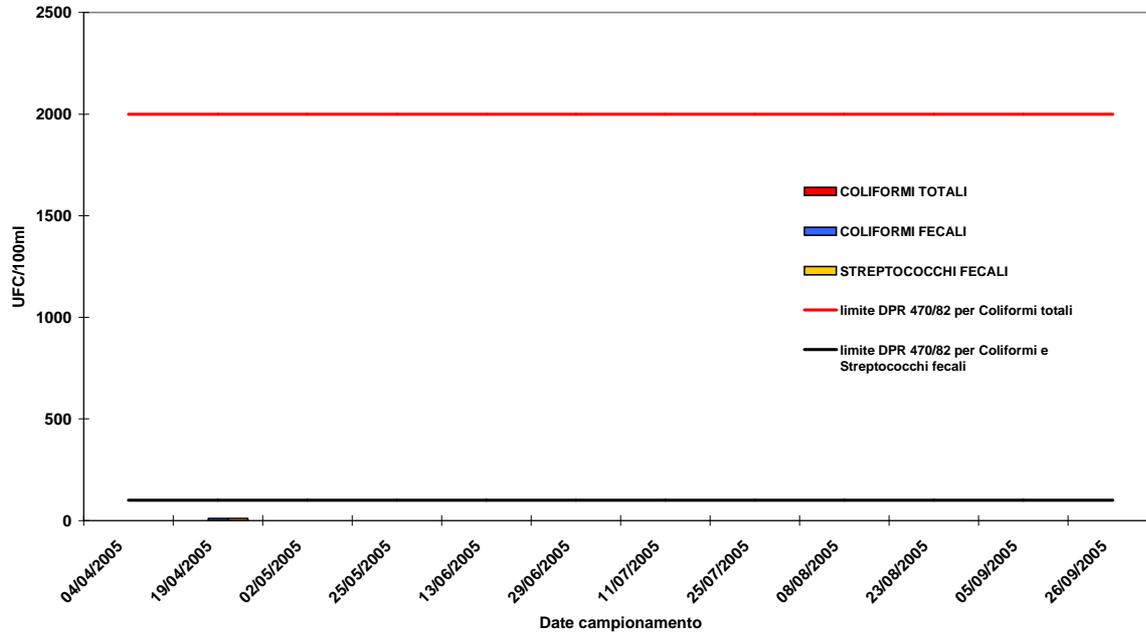


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

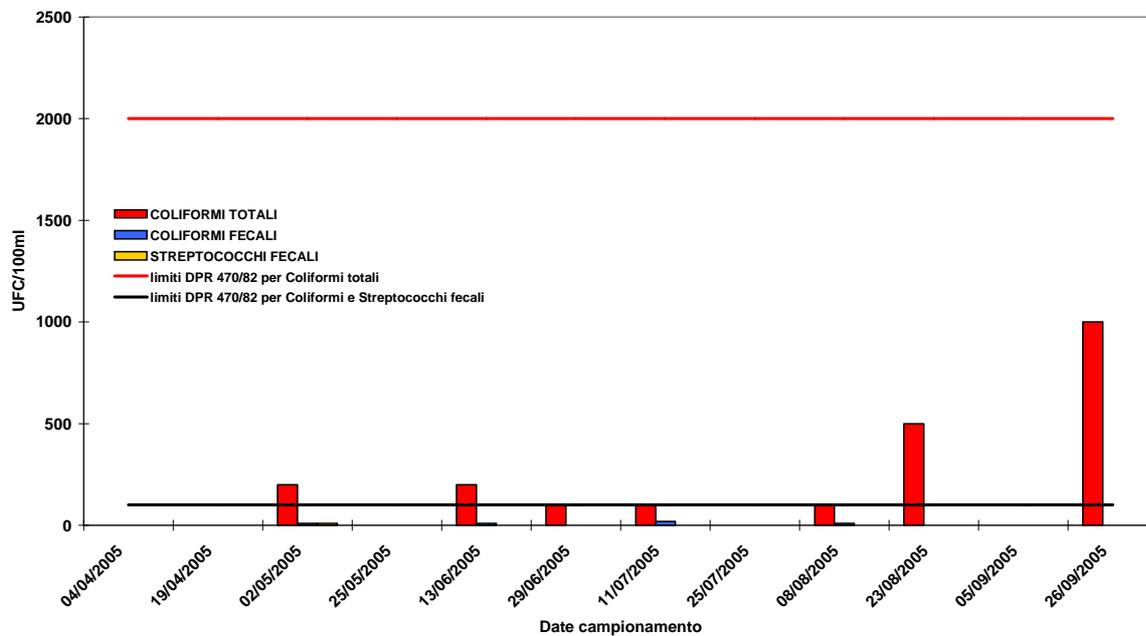


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Microbiologia Campeggio Haway anno 2005



Microbiologia Bagni Ghigliotta anno 2005

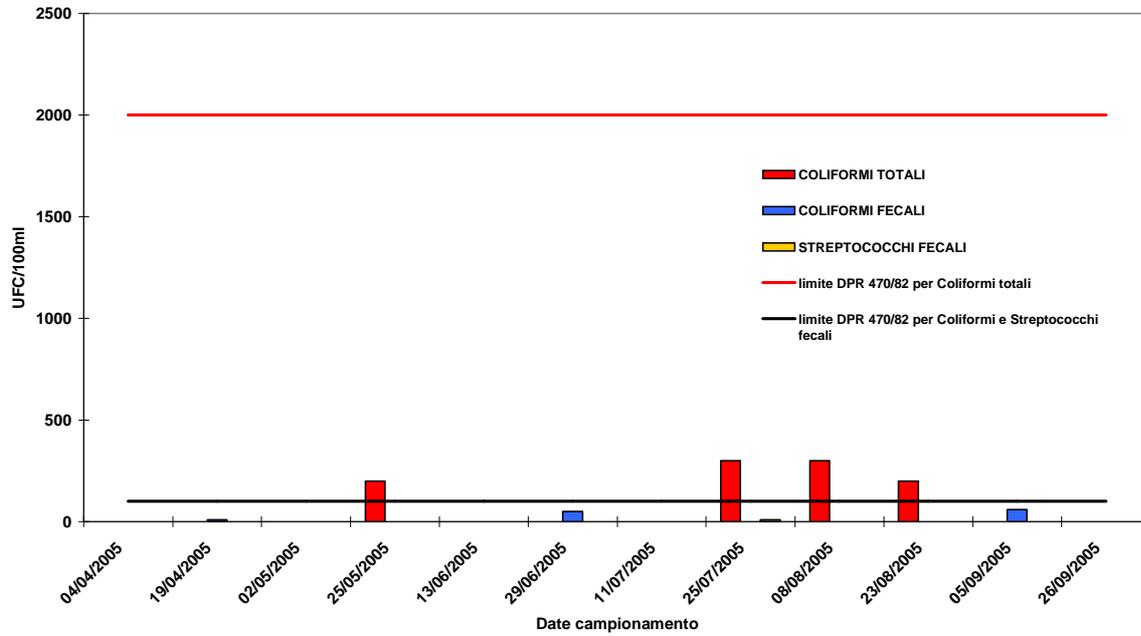


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

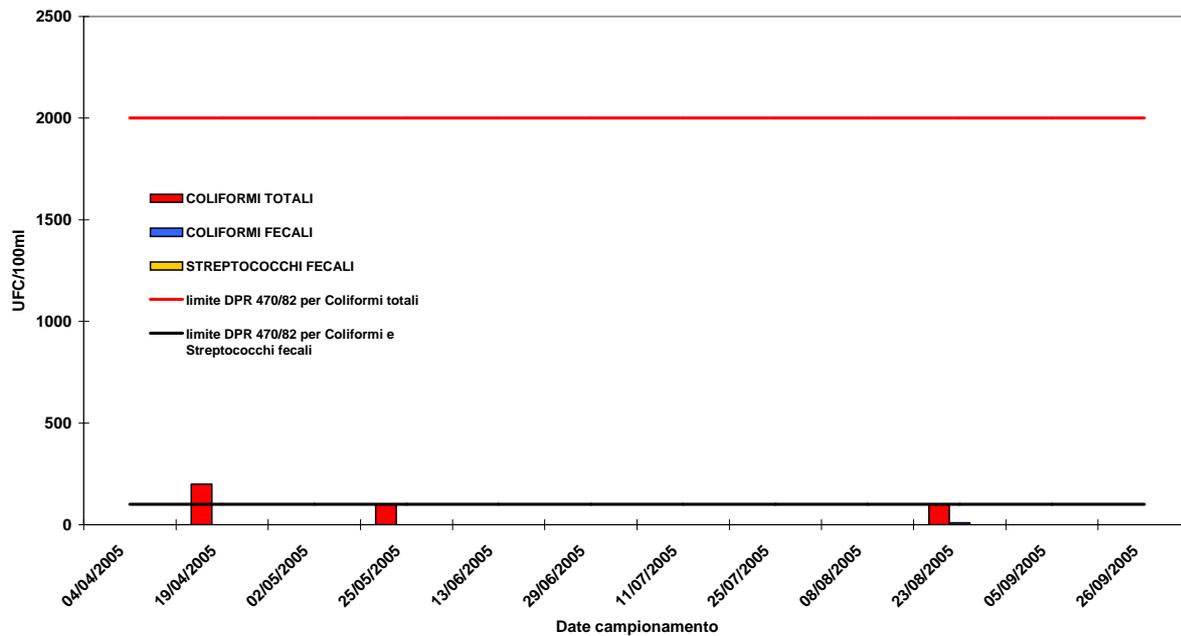


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Microbiologia Bagni Lac et Soleil anno 2005



Microbiologia Lido di Aniasco anno 2005

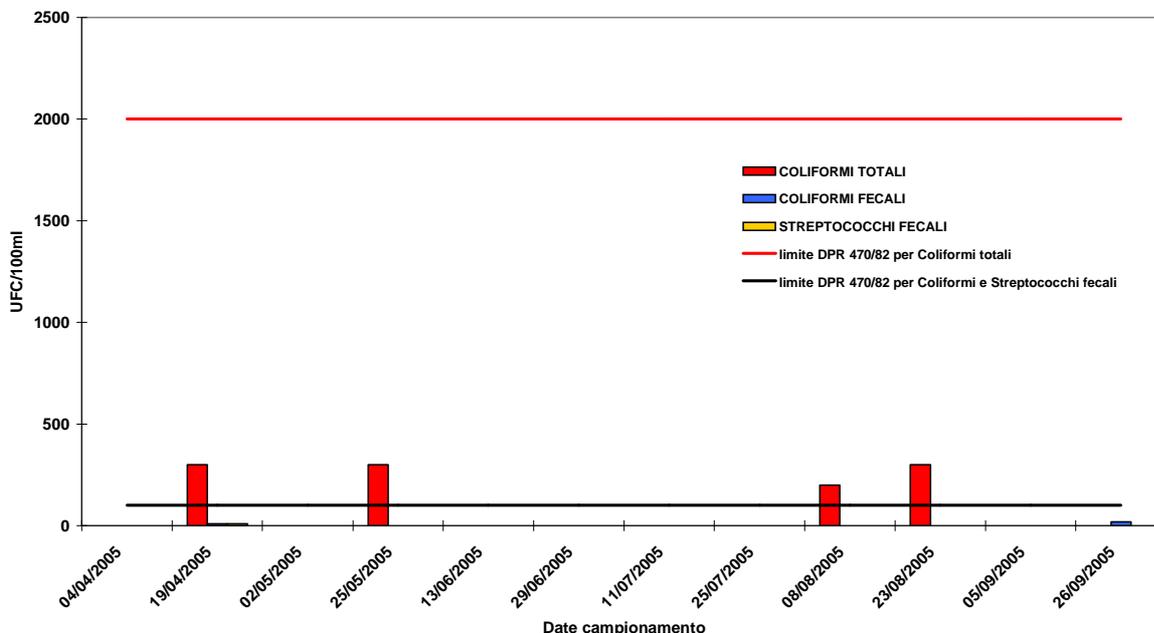


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Microbiologia Bagni Masseria anno 2005



Si rileva come, anche nei casi di valori superiori ai limiti di rilevabilità, i parametri determinati risultino sempre abbondantemente al di sotto dei limiti di legge (2000 UFC/100ml per i Coliformi totali e 100 UFC/100ml per i Coliformi fecali e gli Streptococchi fecali).

La tabella che segue evidenzia invece i risultati chimici ottenuti per i parametri pH ed ossigeno disciolto.

DATI CHIMICI (aprile-settembre)					
BAGNI	N° campioni	pH >9.00	O ₂ % saturazione		
			<100%	tra 100%-120%	>120%
BEPPE	12	0	0	9	3
COMUNALI E MARINELLA	12	0	0	9	3
CAMPEGGIO HAWAY	12	0	0	10	2
GHIGLIOTTA	12	0	2	9	1
LAC ET SOLEIL	12	0	1	7	4
ANZASCO	12	0	1	8	3
MASSERIA	12	0	0	9	3

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

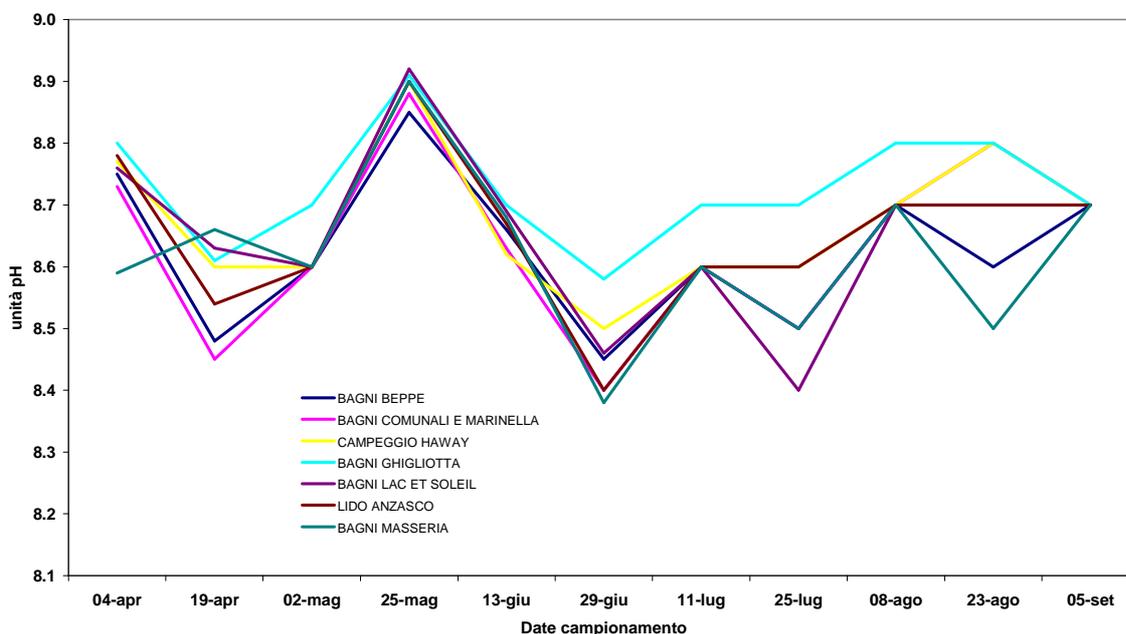


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Per tutti i campionamenti eseguiti non si è mai rilevata la presenza di tensioattivi, fenoli e oli minerali.

Il valore del pH, compreso durante tutto il periodo di campionamento tra 8,38 e 8,92, conferma la presenza di fioriture algali nella zona epilimnica con conseguenti reazioni fotosintetiche e consumo di CO₂.

pH - Stazioni di balneazione - Lago di Viverone - anno 2005



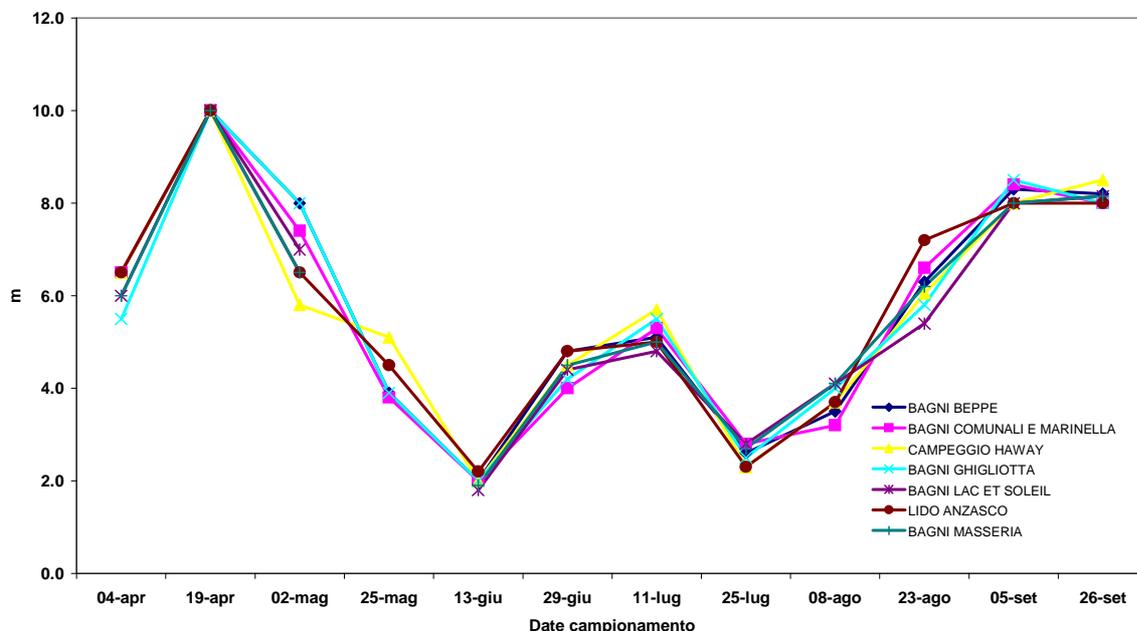
Le osservazioni relative al dato di pH si rilevano in maniera più o meno speculare sul grafico della trasparenza che, evidentemente, risulta massima in corrispondenza di periodi con bassa fioritura algale.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



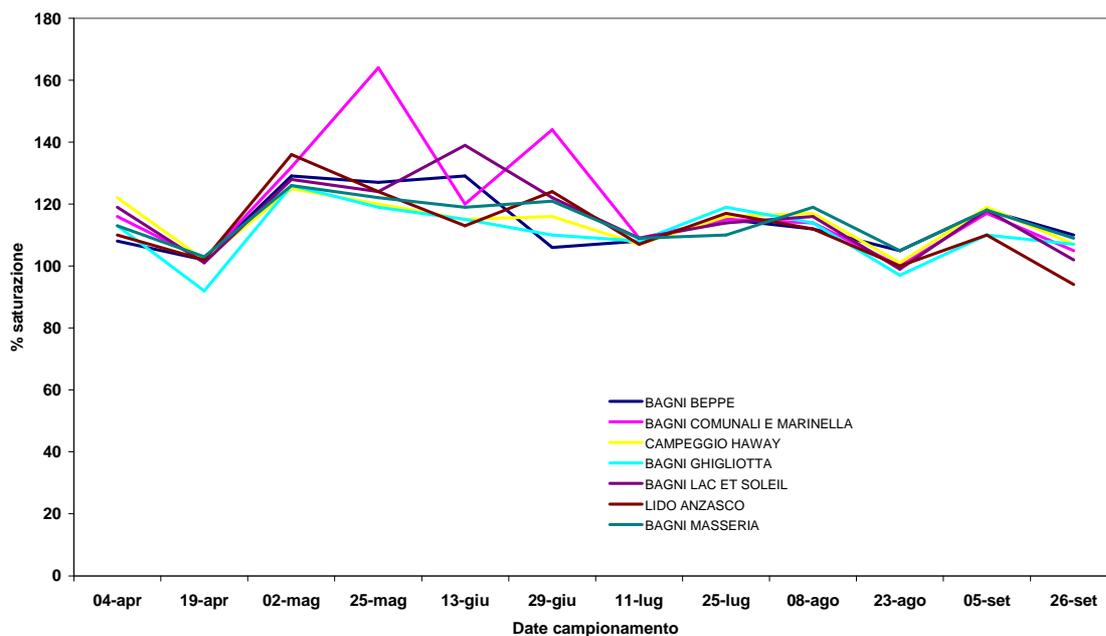
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Trasparenza - Stazioni di balneazione - Lago di Viverone - anno 2005



Anche l'andamento dell'ossigeno disciolto conferma le dinamiche delle fioriture algali dell'epilimnio come si osserva nel grafico seguente

Ossigeno % saturazione - Stazioni di balneazione - Lago di Viverone - anno 2005



PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Solo in 19 prelievi compresi tra l'inizio di maggio e la fine di luglio i dati superano il valore soglia di 120% di saturazione previsto dall'allegato I del D.P.R. 470/82 e s.m.i. ma risultano comunque < 170% valore previsto come deroga dalla L. 12 giugno 1993, n.185 e s.m.i. (ultimo differimento al 31 dicembre 2006 della disciplina sulla qualità delle acque di balneazione L. 28 luglio 2004, n.182) sui laghi per i quali siano previsti protocolli di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico sanitarie.

Va anche osservato che a determinare gli elevati valori di pH e di ossigeno disciolto contribuisce la biomassa di macrofite sommerse e di alghe epifitiche e bentoniche presente nella zona litorale. L'ampia cintura di macrofite, se da un lato intercetta parte dei nutrienti contenuti nelle acque versate dagli sfioratori e dalle rogge, dall'altro lato mantiene alte le concentrazioni dei batteri patogeni sotto riva in quanto rallenta la diffusione di queste acque verso la zona pelagica dove vengono diluite.

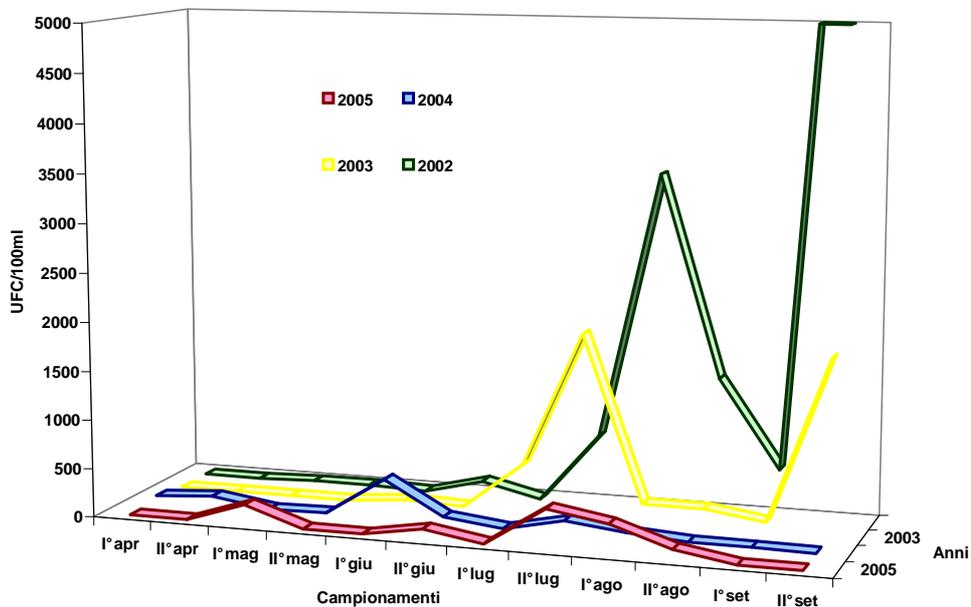
L'esame degli esiti analitici sembra mostrare una stabilizzazione positiva della situazione relativa alla fruizione balneare attribuibile con tutta probabilità sia ad alcuni lavori manutentivi svolti nei comuni di Roppolo e di Viverone, sia all'aumentata attenzione del gestore del collettore circumlacuale nella pulizia e manutenzione degli sfioratori fognari e non ultimo a condizioni climatiche estive (temperatura e piovosità) più stabili.

I grafici che seguono riportano il valore dei Coliformi totali e dei Coliformi fecali nel quadriennio 2002-2005 per ciascuna delle sette stazioni mentre non vengono riportati i grafici per il parametro Streptococchi fecali in quanto il dato è sicuramente meno significativo.

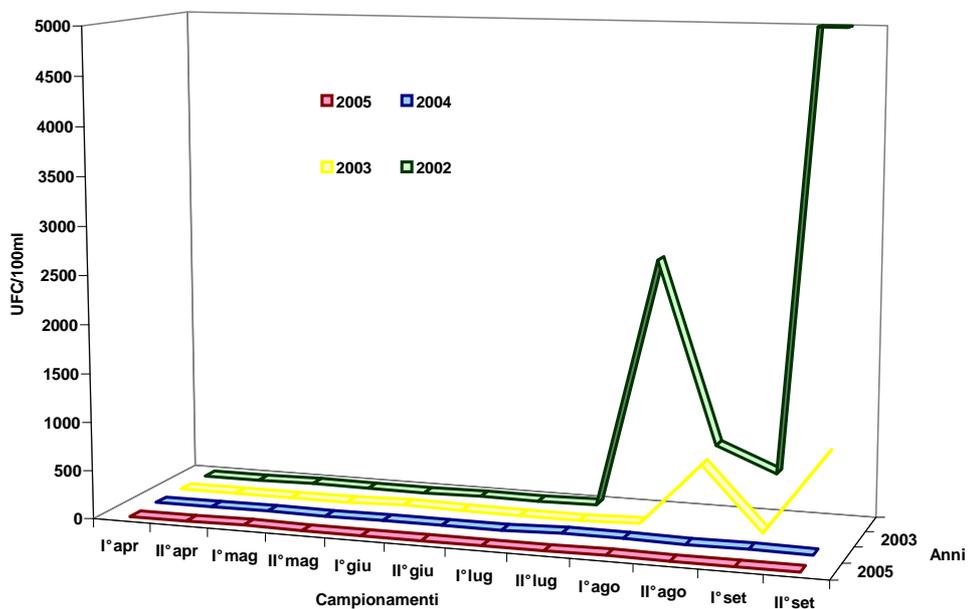


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Bagni Beppe - Anni 2002-2005



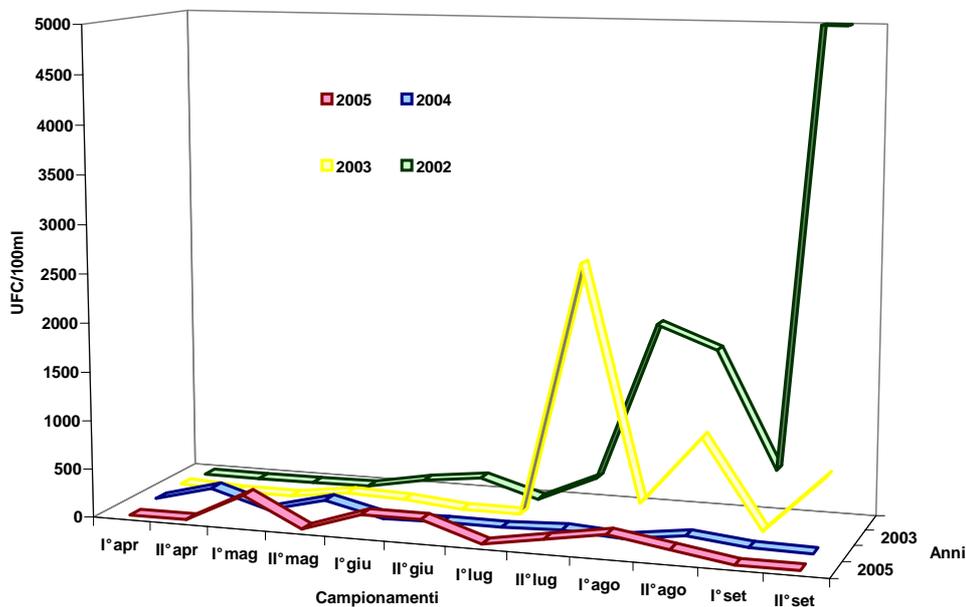
Coliformi fecali - Bagni Beppe - Anni 2002-2005



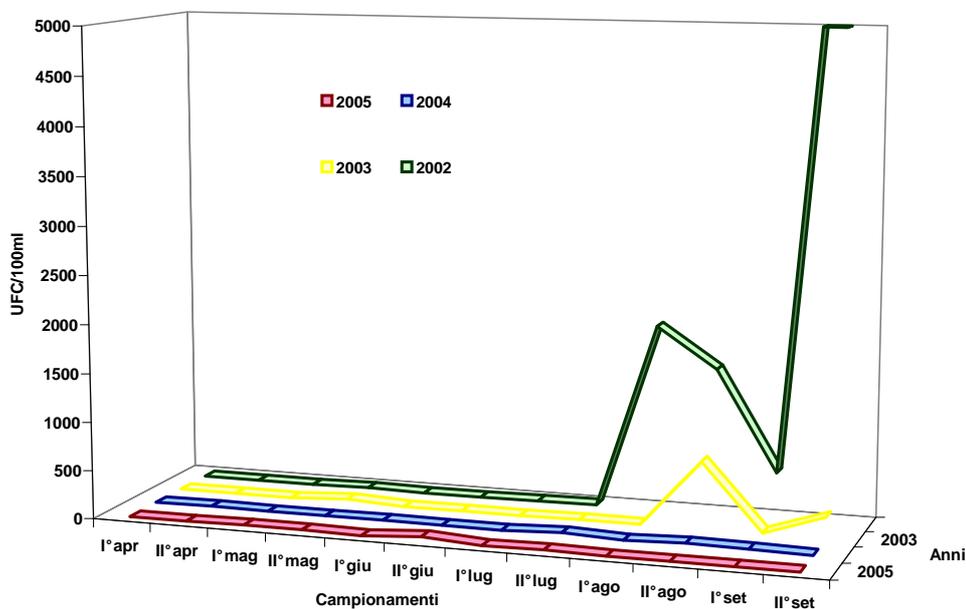


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Bagni Comunali e Marinella - Anni 2002-2005



Coliformi fecali - Bagni Comunali e Marinella - Anni 2002-2005

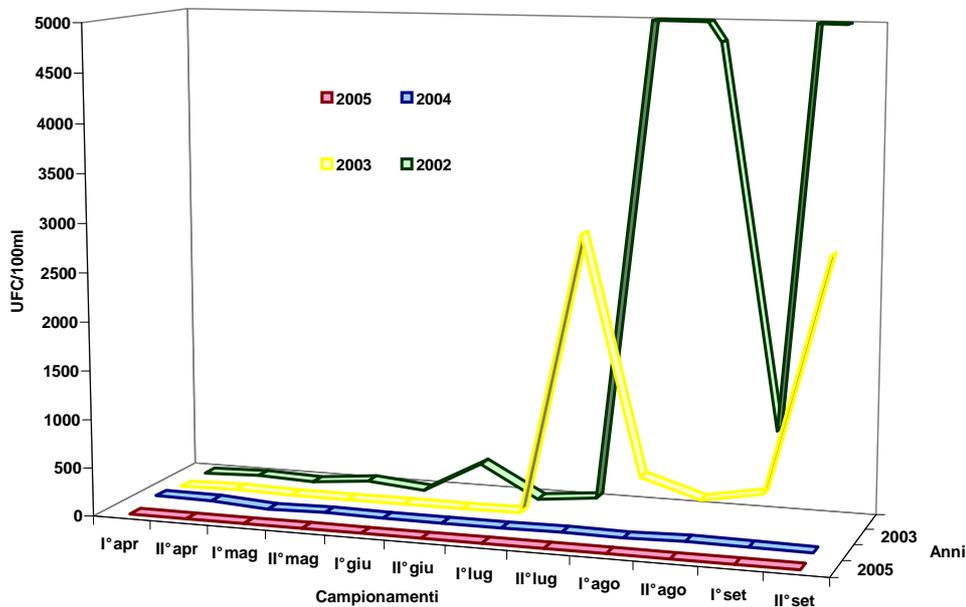


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

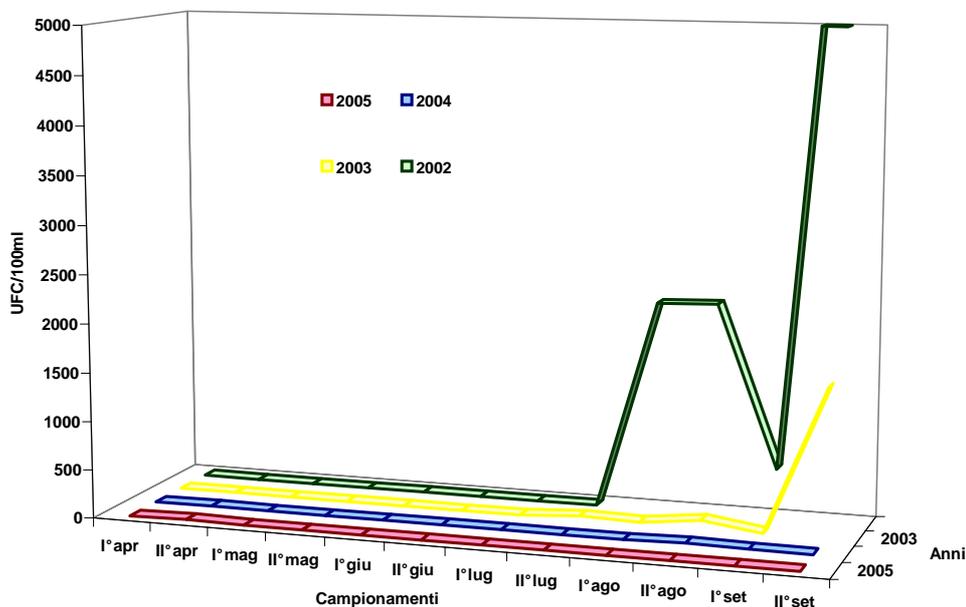


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Bagni Haway - Anni 2002-2005



Coliformi fecali - Bagni Haway - Anni 2002-2005

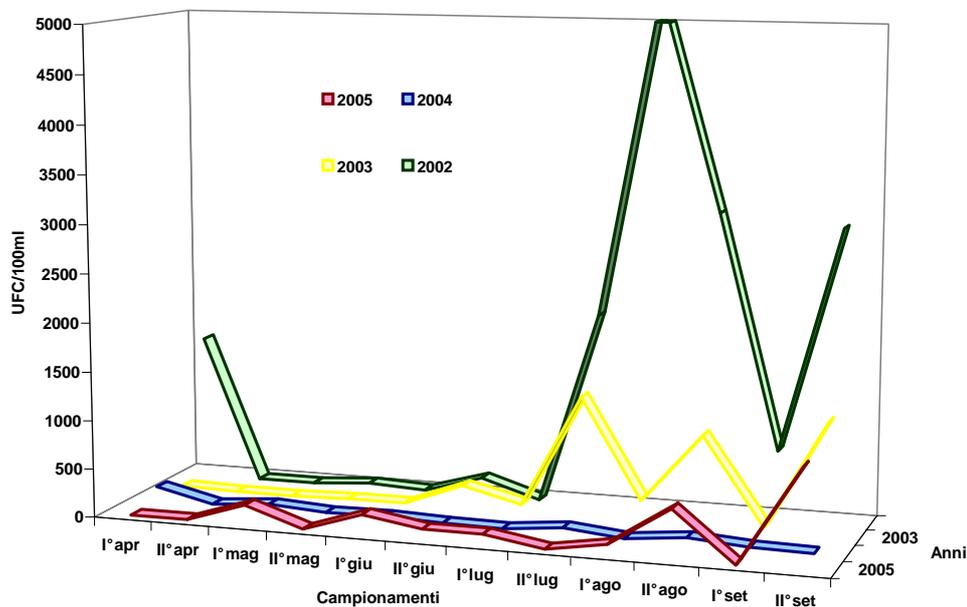


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

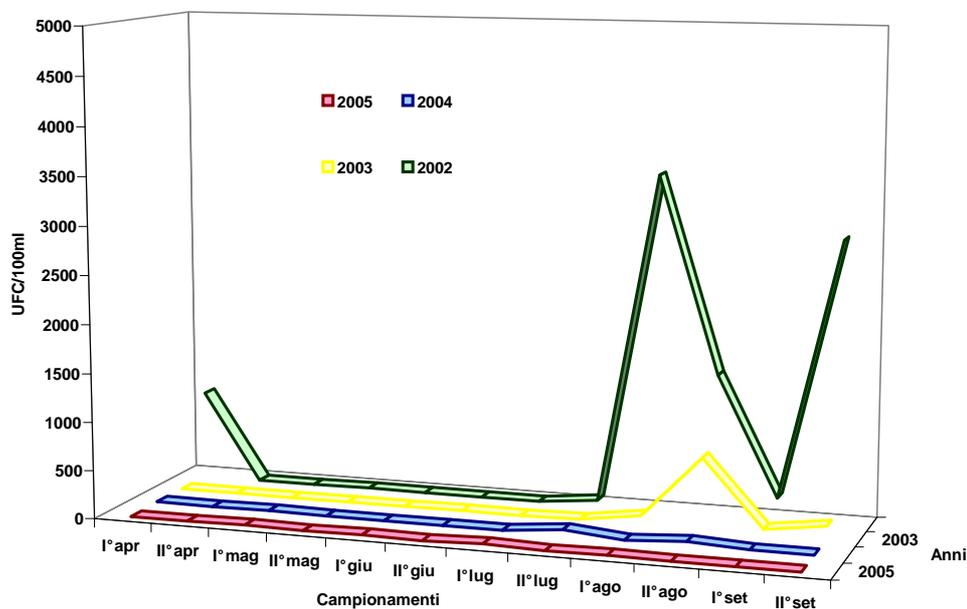


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Bagni Ghigliotta - Anni 2002-2005



Coliformi fecali - Bagni Ghigliotta - Anni 2002-2005

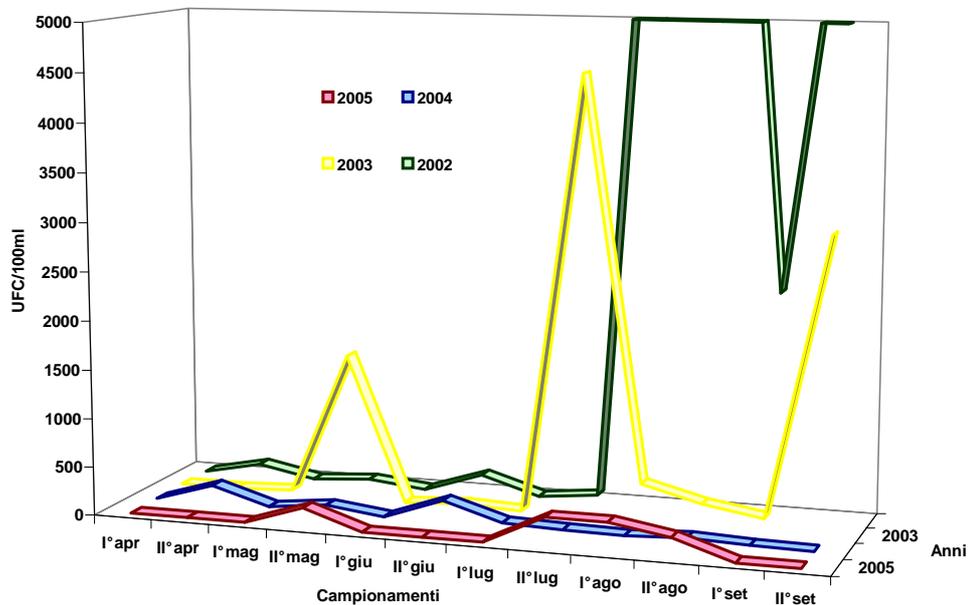


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

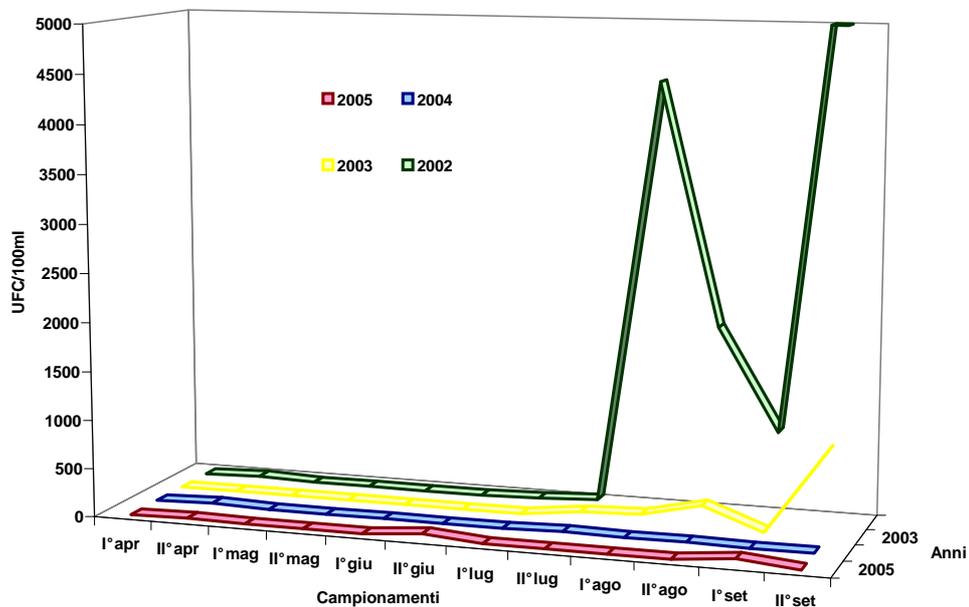


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Bagni Lac et Soleil - Anni 2002-2005



Coliformi fecali - Bagni Lac et Soleil - Anni 2002-2005

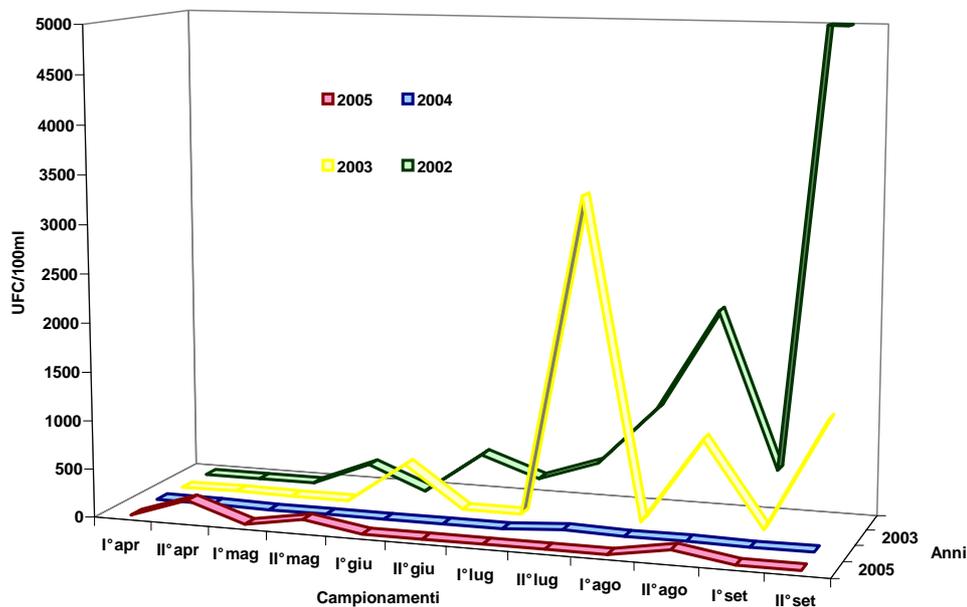


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

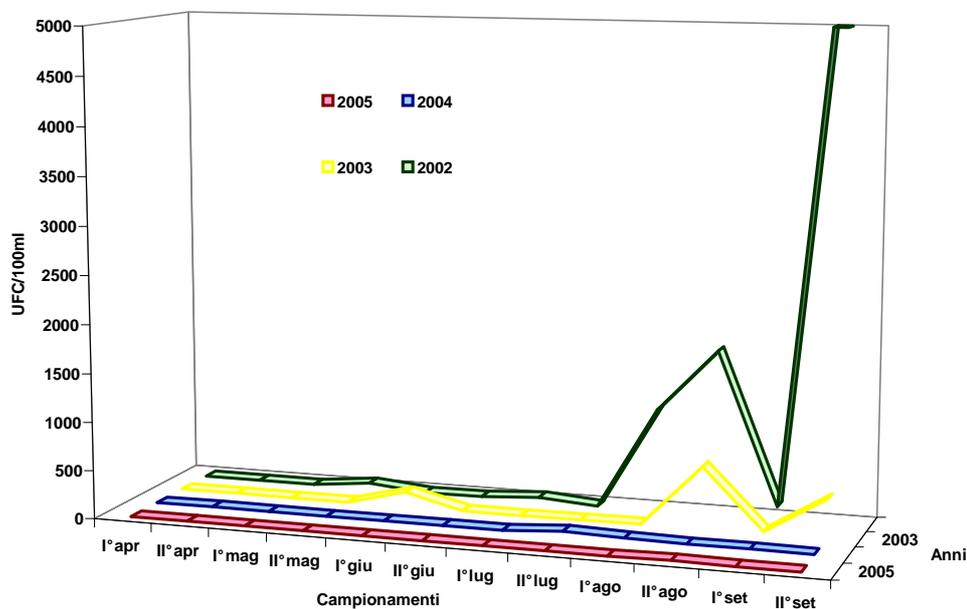


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Lido di Anzasco - Anni 2002-2005



Coliformi fecali - Lido di Anzasco - Anni 2002-2005

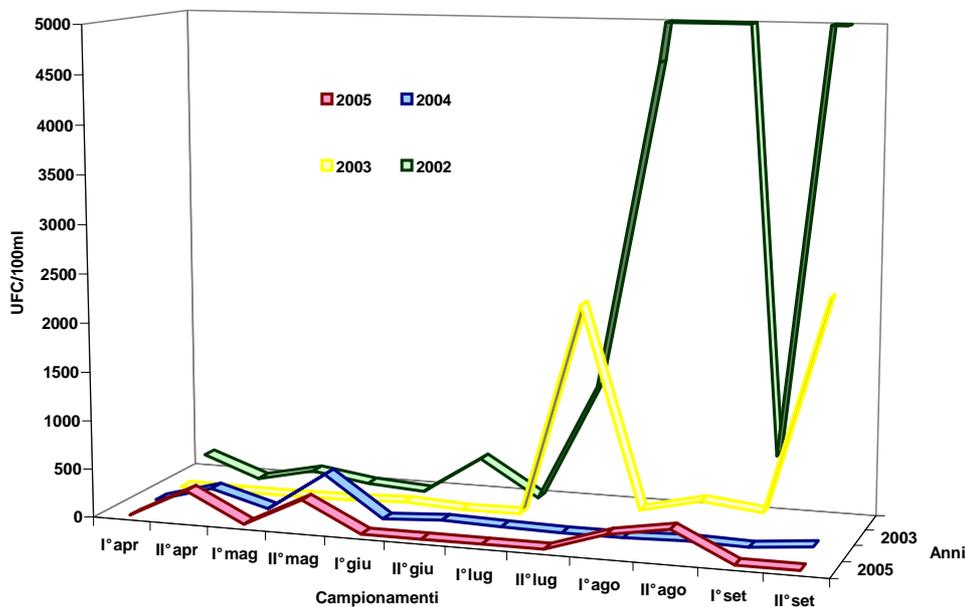


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

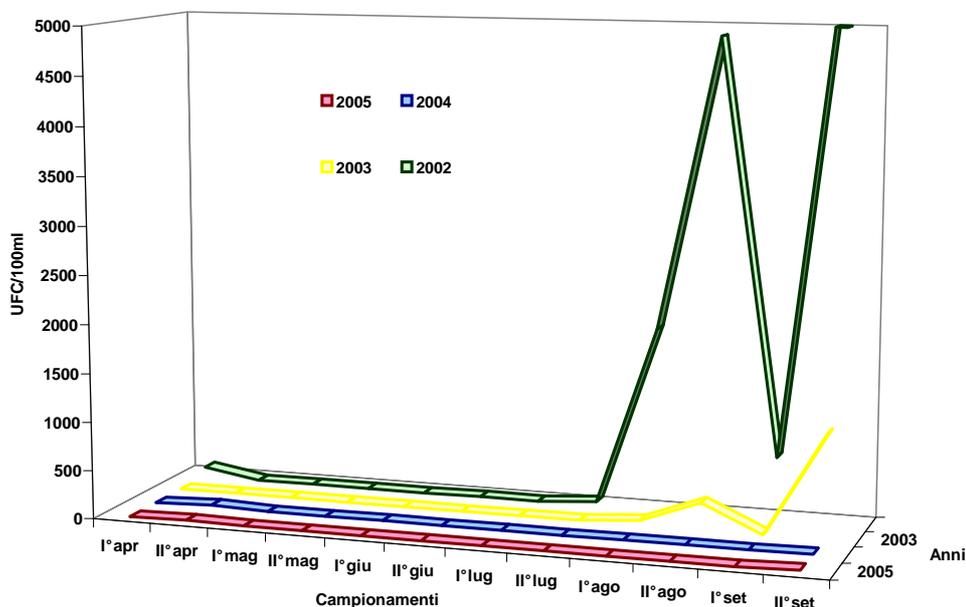


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Coliformi totali - Bagni Masseria - Anni 2002-2005



Coliformi fecali - Bagni Masseria - Anni 2002-2005



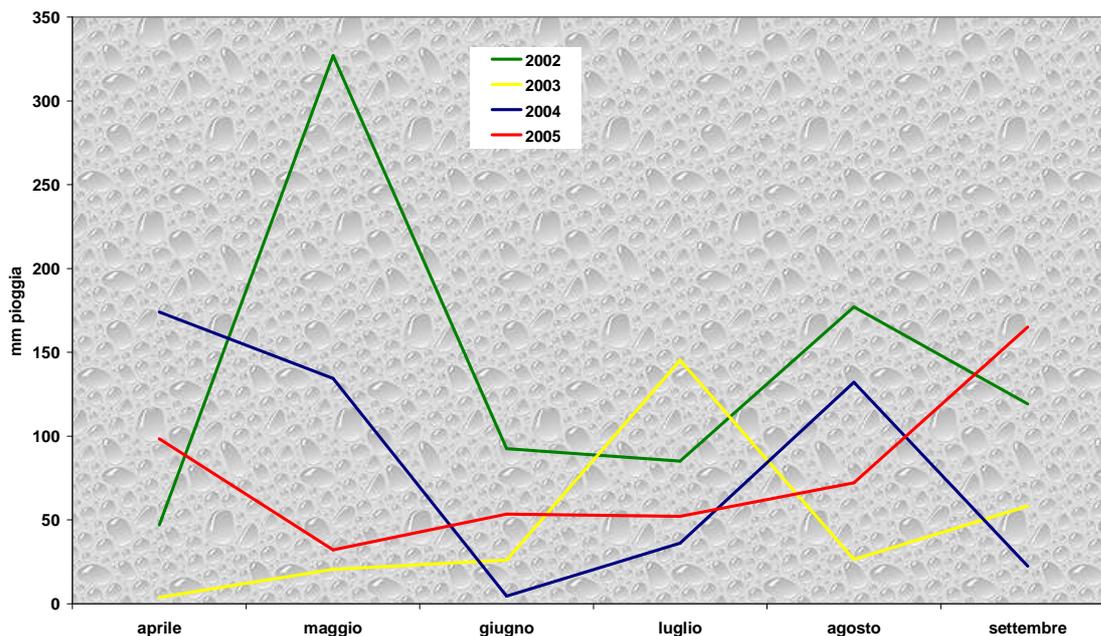
Risulta evidente la presenza di valori di picco su quasi tutte le stazioni e per entrambi i parametri negli anni 2002 e 2003.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Per cercare di spiegare i dati occorre ricordare come le due estati siano state caratterizzate da condizioni climatiche particolari, evidenziate nei grafici che seguono relativi alla temperatura media mensile ed alla piovosità media mensile registrate presso la stazione meteo regionale di Piverone per il quadriennio preso in esame.

Stazione meteo Piverone - Piovosità media mensile anni 2002-2005

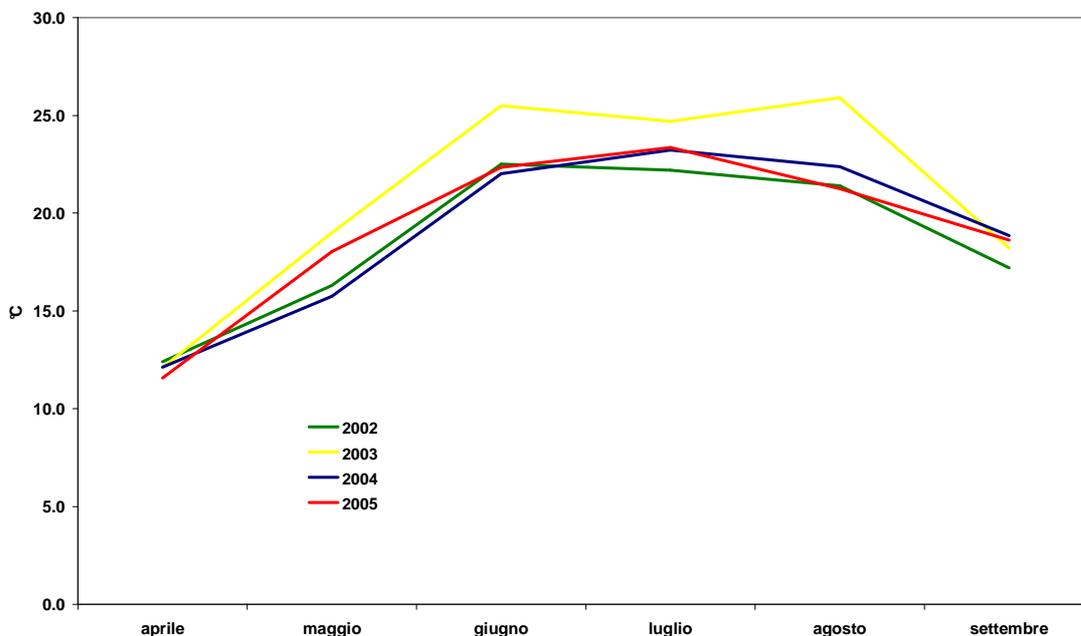


PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Stazione di Piverone - Temperatura media mensile anni 2002-2005



L'anno 2002, caratterizzato da fortissime precipitazioni (848 mm contro i 474 mm del 2005), ha messo in evidenza in particolar modo i problemi legati alla inadeguatezza tecnica del collettore circumlacuale.

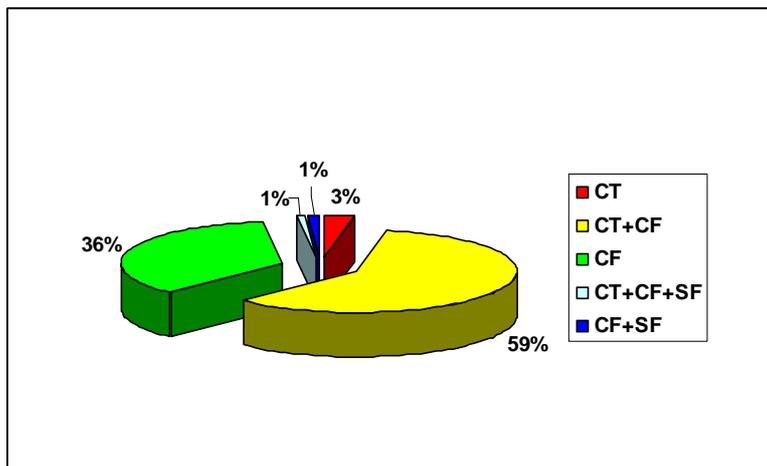
I manufatti di sfioro infatti danno luogo ad immissioni a lago già in condizioni di poco superiori alla normalità, se sottoposti a condizioni di stress come quelle dovute alle fortissime precipitazioni del mese di agosto causano il quasi totale scarico a lago dei reflui non depurati con conseguente forte compromissione della situazione del lago da un punto di vista microbiologico.

Dalle analisi si sono infatti riscontrati, per tutti i bagni, valori di coliformi fecali pari ad alcune migliaia, un ordine di grandezza cioè maggiori rispetto ai limiti di legge.

Il grafico che segue riporta, per l'anno 2002 le distribuzioni percentuali dei parametri microbiologici dei campioni non conformi (CF: coliformi fecali; CT: coliformi totali; SF: streptococchi fecali).



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi



Su molti campioni è stata inoltre effettuata la tipizzazione delle specie batteriche e in particolare la quantificazione di Escherichia coli rispetto ai Coliformi fecali: tale valore risulta sempre al di sotto del 20% del valore globale dei Coliformi fecali, dato di per se anomalo in quanto la letteratura riporta per i materiali fecali percentuali di E. Coli sempre superiori al 90%.

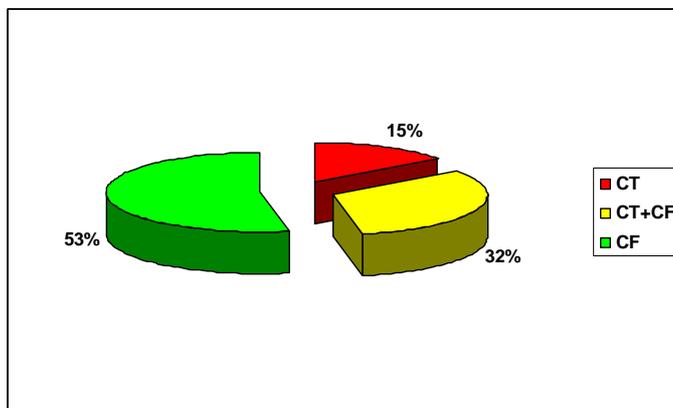
La situazione fortemente negativa si è ripetuta ancora nell'anno 2003 connotato invece da una fortissima siccità (281 mm contro i 474 mm del 2005) accompagnata da temperature mediamente più elevate rispetto all'anno precedente ed ai due successivi durante tutto il periodo di campionamento come si evidenzia nel grafico precedente relativo alle registrazioni della stazione meteo di Viverone.

In questo caso i problemi sono con tutta probabilità riconducibili a carenza di manutenzione dei manufatti di sfioro che, a causa della inadeguatezza tecnica, possono venire ostruiti da materiali di scarto come foglie o rifiuti causando il totale deflusso degli scarichi a lago. La manutenzione era stata con tutta probabilità non ottimale a causa del passaggio della gestione del collettore dai comuni alla società S.I.I.

Il grafico che segue riporta, per l'anno 2003 le distribuzioni percentuali dei parametri microbiologici dei campioni non conformi (CF: coliformi fecali; CT: coliformi totali; SF: streptococchi fecali).



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi



Negli anni 2004 e 2005 invece la stagione estiva con temperature nella norma, senza un'eccessiva piovosità e con le attività di sistemazione idrogeologica delle acque superficiali hanno determinato una situazione positiva relativamente stabile.

Oltre agli impatti determinati direttamente dai problemi dovuti al dimensionamento ed alle carenze tecniche del collettore circumlacuale occorre osservare che le diverse rogge che recapitano a lago, 6 oltre alla Roggia di Viverone, hanno evidenziato durante le caratterizzazioni analitiche degli anni 2004 e 2005 presenza di Escherichia coli dovuti presumibilmente a scarichi civili non collettati o, in molti casi, legati al fatto che proprio in queste rogge confluiscono anche i reflui sfiorati dal collettore.

Tutto questo risulta anche dalla relazione prodotta dal dipartimento di Biella relativa ai sopralluoghi effettuati tra ottobre e dicembre 2002 e volta a fotografare la situazione del bacino dal punto di vista delle immissioni a lago al fine di cercare di giustificare la situazione di elevata compromissione microbiologica verificatasi durante i campionamenti nella stagione balneare 2002.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.6 Misura degli apporti di nutrienti da precipitazioni atmosferiche secche ed umide tramite l'installazione di una apposita stazione di misura

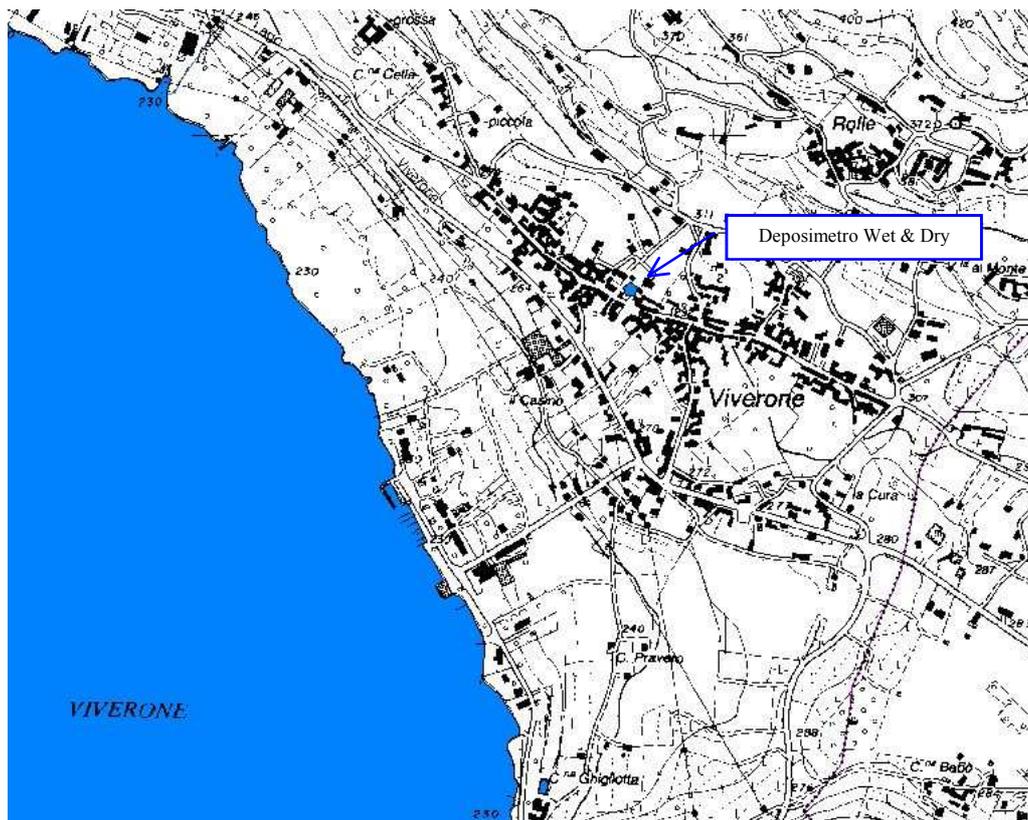
Il monitoraggio della deposizioni atmosferiche umide e secche costituisce uno dei metodi più immediati per ottenere informazioni sui meccanismi di rimozione delle sostanze presenti in atmosfera e correlabili con i processi ambientali ed antropici che vi intervengono. La deposizione umida di inquinanti (Bonanni et al., 2000) può verificarsi anche in zone lontane dalla sorgente e consta essenzialmente di due fasi: un processo di trasferimento degli inquinanti in fase acquosa o di inglobamento delle particelle nelle goccioline che costituiscono la nube per nucleazione e la successiva rimozione per impatto diretto (*rainout*) o per trascinalamento degli inquinanti sottostanti la nube durante l'evento meteorico (*washout*). Il processo di deposizione secca consiste nella rimozione degli inquinanti atmosferici in assenza di precipitazione ed è dovuto al trasferimento dell'inquinante dallo strato turbolento sovrastante la superficie recettrice allo strato immediatamente in contatto con essa. Responsabili del trasporto di gas e particelle in prossimità della superficie sono gli effetti aerodinamici e, in generale, la velocità di deposizione aumenta all'aumentare della turbolenza e dipende dalle caratteristiche della superficie. (Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche umide e secche presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano - R. Francaviglia, R.Aromolo, L. Gataleta, L.Morselli, B.Brusori, F.Passarini, A.Novo, P.Olivieri).

La metodologia applicata può risultare utile per la caratterizzazione chimica delle deposizioni atmosferiche e per l'elaborazione di dati relativi ad un periodo prolungato. Poter disporre di un set di dati ampio è indispensabile per un confronto con realtà territoriali ed uso del suolo molto diverse (agricolo, industriale, urbano) e, quindi un primo esempio, di caratterizzazione chimica delle deposizioni umide di un'area sensibile come quella del Lago, evidenziando l'influenza di attività antropiche che a breve distanza (traffico veicolare) o a lunga distanza possono interferire.

Il campionatore W/D per deposizioni secche ed umide della MICROS a causa di alcuni problemi tecnici legati alla scelta dell'ubicazione ed al collegamento elettrico più volte

posticipato dall'ente gestore è stato installato e collaudato solo il 06/05/05 e reso operativo dal 20/07/05.

Il campionatore è stato installato nel comune di Viverone in via Umberto I e la carta seguente ne riporta la localizzazione.



Le specifiche tecniche del campionatore stesso permettono la raccolta del precipitato secco o bagnato in due contenitori separati asportabili per successive analisi.

Il coperchio mobile del campionatore è normalmente posizionato sulla bocca del bagnato; in questo modo il precipitato secco (polveri presenti nell'atmosfera), si deposita all'interno del contenitore secco.



All'inizio di ogni precipitazione il sensore di presenza pioggia comanda il movimento del coperchio dalla bocca bagnato a quella secco.

Non appena il sensore si asciuga, il coperchio ritorna sulla posizione iniziale (sopra il pluviometro) permettendo così la raccolta di nuove deposizioni secche.

Il meccanismo prevede a questo punto dopo la registrazione dei count relativi al volume di pioggia, lo svuotamento del contenitore del bagnato.

A causa di malintesi nei capitolati di acquisto il campionatore non permette la raccolta della pioggia da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio, si è pertanto proceduto al convogliamento dell'acqua altrimenti semplicemente scaricata, in un tubo e quindi ad un serbatoio di plastica da 2l.

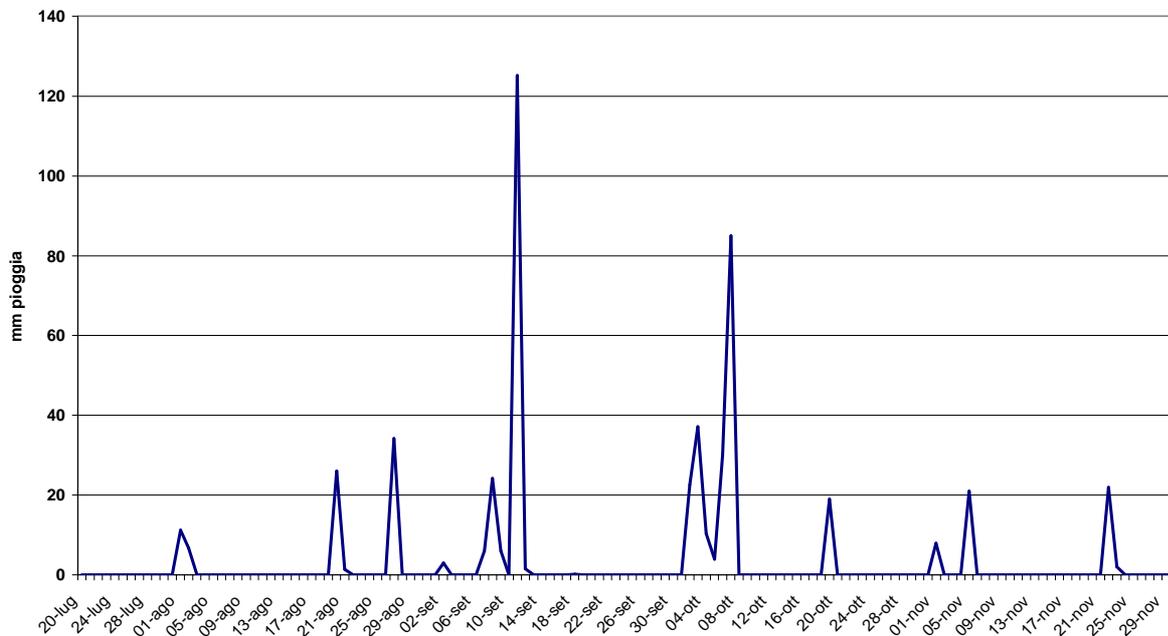
La presenza di lavori edili in via di ultimazione e la considerazione di avere comunque a disposizione un periodo di tempo non significativo hanno condotto a trascurare le deposizioni secche e ad effettuare esclusivamente alcune valutazioni analitiche spot per le deposizioni umide al fine di definire la significatività dell'impatto in rapporto al run-off del bacino lacuale.

Il grafico seguente riporta i dati di pioggia registrati dal deposimetro a partire dal 20 luglio.



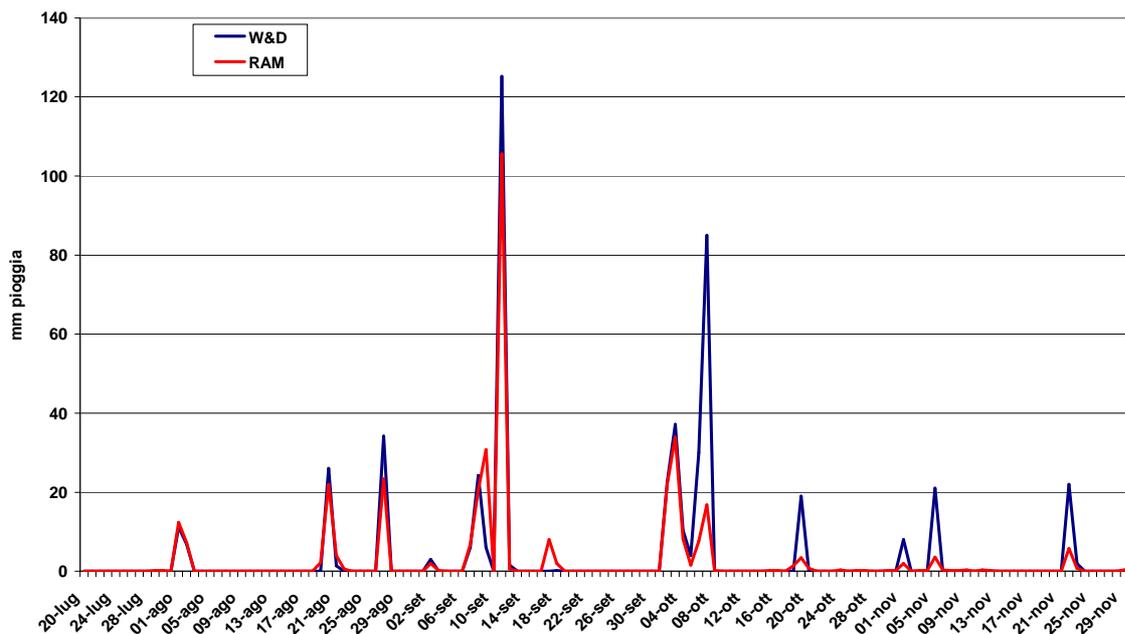
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Pioggia - Deposimetro Wet & Dry



A scopo di valutare il dato registrato lo si è posto a confronto con i dati della Centralina della rete RAM situata nel comune di Viverone.

Confronto pioggia deposimetro vs centralina RAM





Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

Risulta evidente la significatività del dato fatti salvi alcuni problemi relativi a valori bassi di precipitazione che vengono persi: occorrerà sul lungo periodo evidenziare l'origine e la causa del problema.

I parametri esaminati con prelievi circa quindicinali a partire dal mese di settembre sulle deposizioni wet sono pH, Azoto ammoniacale, Azoto nitroso, Azoto nitrico, Azoto totale e Fosforo totale.

La tabella che segue riporta i risultati ottenuti:

mm pioggia	pH	Azoto ammoniacale (mg N/l)	Azoto nitroso (mg N/l)	Azoto nitrico (mg N/l)	Azoto totale (mg N/l)	Fosforo totale (µg P/l)
67.4	6.15	0.56	0.009	0.4	2.4	< 50
133	4.79	0.22	0.004	0.2	< 1.0	< 50
22.6	5.01	0.14	0.008	< 0.2	1.5	< 50
166.6	4.86	0.20	0.006	0.3	2.0	< 50

Questi pochi dati non consentono di effettuare un calcolo accurato dei carichi di nutrienti derivanti dalle precipitazioni atmosferiche sul bacino lacustre ma sono sufficienti a confermare la scarsa importanza della pioggia come vettore di fosforo per il lago. Moltiplicando i valori medi di azoto totale e di fosforo totale riportati nella tabella per l'area del lago (5,75 km²) e per i mm di pioggia caduta mediamente negli anni 2003 e 2004 (965 mm/anno) si ottengono apporti medi annui per l'azoto e per il fosforo pari rispettivamente a 11,10 t N anno⁻¹ e a meno di 0,277 t P anno⁻¹. Questi valori sono sostanzialmente in accordo con i valori di 13,58 t N anno⁻¹ e di 0,092 t P anno⁻¹ riportati nella monografia relativa al Lago di Viverone contenuta nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte. In riferimento ai dati pubblicati nel PTA, che saranno comunque oggetto di verifica nel presente studio, questi apporti rappresentano circa il 20% del carico totale esterno di azoto e meno del 6 % del carico totale esterno di fosforo.



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

2.7 Valutazione delle perdite a lago dagli sfioratori sulla rete di canalizzazioni interne e consortile

In data 25/10/05 il S.I.I. (Servizio Idrico Integrato del Biellese e Vercellese Spa) ha inviato all'ARPA di Biella e alle province di Torino e Biella una valutazione delle perdite degli sfioratori sulla rete di canalizzazioni interne e consortile nell'ambito del bacino idrografico del lago di Viverone così come definito dal punto 2.7 dell'Allegato Tecnico.

Nella suddetta valutazione vengono illustrate:

- le caratteristiche del sistema complessivo di smaltimento degli scarichi reflui degli abitati di Roppolo, Viverone, Piverone ed Azeglio, costituito dai diversi tratti del collettore fognario, dagli impianti di sollevamento, dai manufatti di captazione e dall'impianto di depurazione di Frazione Piane ad Azeglio;
- le criticità del sistema;
- le proposte di intervento e le relative previsioni di spesa.

Nell'ambito della relazione prodotta da S.I.I. vengono individuate diverse criticità legate principalmente all'età e all'usura del sistema fognario e all'inadeguatezza dei manufatti a raccogliere il volume dei reflui in presenza di precipitazioni atmosferiche. In particolare i manufatti d'intercettazione delle portate da depurare "...costituiscono l'anello più debole ed incontrollato del sistema." Si garantisce quindi la funzionalità dei manufatti d'intercettazione solo in assenza di precipitazioni atmosferiche. Diverse criticità vengono anche individuate nei cinque impianti di sollevamento e nell'impianto di depurazione. Per quanto riguarda il collettore fognario si dichiara che "...presenta nel suo complesso diverse situazioni di criticità sia in relazione allo stato di conservazione che all'insufficienza idraulica". In diversi tratti il collettore fognario è costituito da condotte in cemento amianto, materiale oggi non più conforme, e sono presenti diversi punti in cui il collettore presenta pendenze variabili ed irregolari che determinano probabili depositi di sabbia e perdite diffuse soprattutto nel tratto di collettore che scorre nel territorio della provincia di Torino ed in Frazione Masseria di Viverone. In particolare il cambio di pendenza che si verifica in Frazione Anzasco, unitamente all'eccedenza di portata captata dai pozzetti scolmatori, da' origine a moti idraulici in pressione con notevole fuoriuscita di refluo. Le apposite verifiche

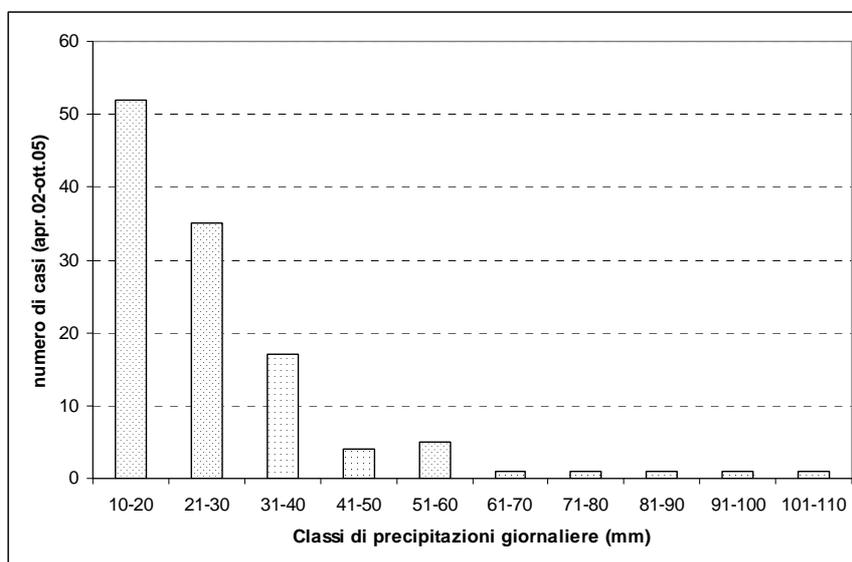


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

idrauliche illustrate nella relazione dimostrano quindi che la fognatura va in pressione anche per valori di portata di poco superiori alla portata nera di base e che anche in condizioni di assenza di precipitazioni sono numerose le perdite in diversi punti delle condotte fognarie.

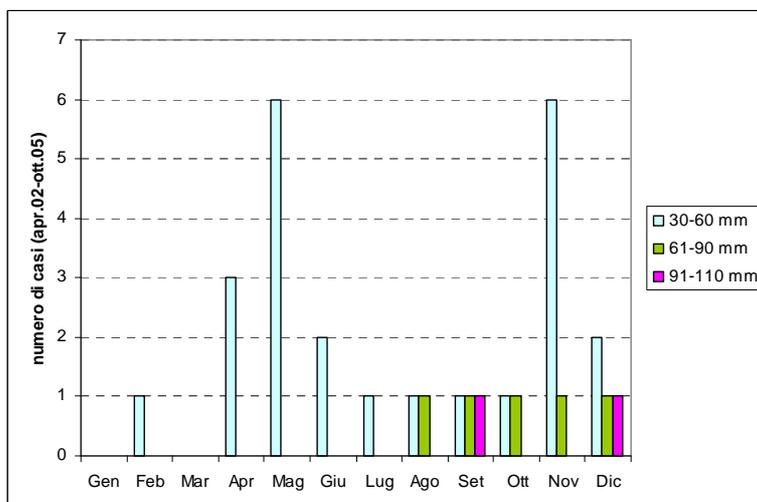
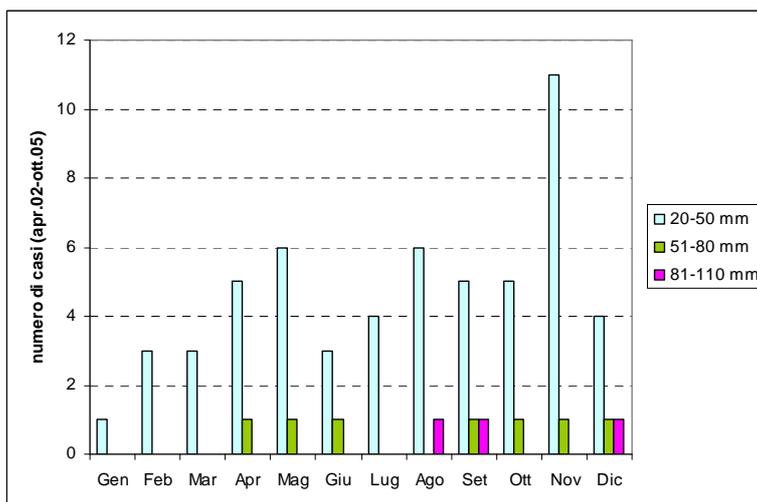
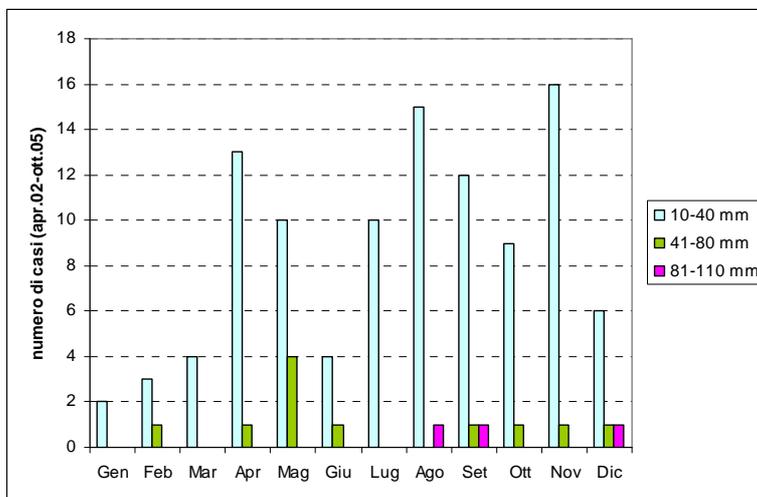
In base ai dati riportati nella “Relazione illustrativa” e nella “Relazione idraulica di verifica delle attuali opere di collettamento” si ritiene difficile riuscire ad effettuare una quantificazione delle perdite a lago dagli sfioratori per cui, con i dati attualmente in nostro possesso, si ritiene che difficilmente potrà essere valutato l’apporto del collettore circumlacuale nell’ambito del bilancio idrogeologico del bacino lacustre e nella quantificazione degli apporti inquinanti al lago.

È stata infine effettuata un’elaborazione dei dati di pioggia giornaliera finalizzata all’individuazione degli eventi piovosi intensi che potrebbero creare criticità nella rete fognaria. Sono stati suddivisi gli eventi piovosi con precipitazioni maggiori di 10 mm/giorno, suddivisi in classi di 10 mm per il periodo aprile 2002 - ottobre 2005.





Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi



PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51

Si ritiene che il S.I.I., come ente gestore del sistema di collettamento e depurazione del bacino del lago di Viverone, dovrebbe prendere visione delle suddette elaborazioni ed



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

effettuare delle valutazioni, in base al dimensionamento dei collettori e con una ragionevole approssimazione, riguardo quali eventi (per classi di 10 mm a partire da 10 mm) possano determinare delle perdite a lago. Di questi dati si dovrà comunque tener conto nella progettazione degli interventi di riorganizzazione del sistema fognario.

PROVINCIA DI BIELLA - p_bi - REG_UFFICIALE - 0008563 - Ingresso - 21/04/2022 - 15:51