



**UNIVERSITÉ DE GENÈVE
LABORATOIRE DE BACTÉRIOLOGIE
ET ÉCOLOGIE MICROBIENNE**



**ISTITUTO CANTONALE
DI MICROBIOLOGIA**

Via Mirasole 22A, CH-6501 Bellinzona (Switzerland)

IDROBIOLOGIA DEL LAGO DOSS

PERIZIA BIOLOGICA E ITTIOLOGICA



Tonolla M., Demarta A., Peduzzi R.

Laboratoire d'Ecologie Microbienne, UNI GE, Lugano giugno 1994

INDICE

Pagina

I MANDATO E OBIETTIVI DELLO STUDIO	3
II INTRODUZIONE	4
II METODI.....	6
IV RISULTATI.....	7
IV.1 CARATTERISTICHE CLIMATICHE	8
IV.2 MORFOMETRIA E IDRODINAMICA.....	10
IV.3 ANALISI DEL SEDIMENTO	14
IV.3.1 Calcoli delle aree e dei volumi di sedimento asportabile.....	14
IV.3.2 Esame macroscopico	14
IV.3.3 Analisi chimiche del sedimento	16
IV.4 ANALISI FISICO-CHIMICHE DEL CORPO D'ACQUA.....	18
IV.5 VALUTAZIONE DEI CARICHI E DEL GRADO DI EUTROFIZZAZIONE	23
IV.6 ANALISI BATTERIOLOGICHE	25
IV.7 VALUTAZIONE QUALITATIVA DEL FITO- E ZOOPLANKTON.....	29
IV.8 VALUTAZIONE DELL'ITTIOFAUNA	32
V CONCLUSIONI.....	36
VI PROSPETTIVE FUTURE.....	38
RINGRAZIAMENTI.....	39
BIBLIOGRAFIA	40
ANNESI.....	41

I MANDATO E OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il presente studio limnologico sul lago Doss a San Bernardino è stato commissionato dall'Ispettorato Caccia e Pesca del Cantone dei Grigioni al Laboratorio di Ecologia Microbica dell'Università di Ginevra con sede all'Istituto Cantonale Batteriologico di Lugano da sempre attivo nell'ambito dell'idrobiologia teorica e applicata.

L'incontro preliminare svoltosi a S. Bernardino (lago Doss) in data 24 aprile 1992 alla presenza del Dr. Ratti P. ispettore dell'Ufficio Caccia e Pesca del Cantone dei Grigioni, del guardapesca principale signor Nollo F., del Dr. Zandralli G. presidente della Società Acquicoltura e Pesca distretto Moesa, della Dr. Demarta A., del Dr. Tonolla M. (Laboratorio di Ecologia Microbica) ha permesso di definire le problematiche predominanti e gli obiettivi principali del lavoro:

- 1) Valutazione globale dell'ecosistema con particolare attenzione alle ripercussioni sulla popolazione ittica.
- 2) Analisi dei sedimenti, valutazione quantitativa del sedimento molle e asportabile e sua idoneità all'utilizzo quale concime per prati.
- 3) Valutazione degli eventuali influssi esterni all'ecologia del lago

A seguito di questo incontro abbiamo proposto in data 2 settembre 1992 un programma d'analisi suddiviso in 5 missioni sull'arco di un anno, accettato il 24 aprile 1993.

In data 3 settembre ed in via preliminare abbiamo ritenuto opportuno di valutare un eventuale influsso dell'attività svolta all'alpe di Pian Doss, prima del termine della stagione di alpeggio, analizzando l'affluente principale del lago che scorre per un tratto sul sedime dell'alpe stesso.

II INTRODUZIONE

Il lago Doss è situato a Sud della stazione turistica di S. Bernardino alle coordinate 735.600/145.775 della carta nazionale svizzera (foglio numero 1274, 1:25000) e ad un'altitudine di 1652 m.s.m..

Il suo bacino imbrifero è delimitato a Sud-Est dalla Motta de Frigeira (1713 m.s.m.) e a Nord dalla Motta d'Anzala (1802). Questi due promontori sono collegati ad Est da una cresta ad arco che taglia la zona dell'alpe di Pian Doss. Il lago é dunque insediato in una conca aperta a Sud-Ovest che convoglia le acque di deflusso verso Nord-Ovest in direzione del villaggio di S. Bernardino.

Il lago Doss possiede un immissario principale che scende dall'alpe Pian Doss e 2 immissari secondari, tutti entrano nella zona Nord-Est del lago. Altre entrate diffuse e quantitativamente esigue sono situate nella zona Sud-Est.

Il lago è compreso in una zona che presenta aspetti di interesse convergenti: naturalistico, turistico, ittico e agricolo. Dal punto di vista naturalistico la torbiera che lo circonda è annoverata nell'inventario delle torbiere alte e intermedie della Svizzera (oggetto n° 224) e valutata di interesse regionale. Essa contiene numerose specie vegetali protette come ben documentato dall'Ufficio cantonale per la protezione della natura e la cura del paesaggio ANL (Amt für Naturschutz und Landschaftspflege) e dall'Istituto federale di Ricerche forestali di Birmensdorf (GRÜNING A., VETTERLI L., WILDI O., 1986).

La presenza, nelle immediate vicinanze, di un motel, del sentiero che circonda tutto il lago e di una pista di sci di fondo (con illuminazione notturna) durante la stagione invernale testimonia l'elevata attrattività turistica della zona, che fa affluire i turisti durante tutto l'arco dell'anno con incrementi importanti nei periodi di alta stagione. Naturalmente l'affluenza turistica è affiancata dall'attività di pesca non quantificata in questo lavoro. Il presente studio è infatti incentrato sull'idrobiologia del lago considerando l'ultimo anello della catena alimentare, il pesce, dal punto di vista qualitativo e senza fornire valori di produzione per ettaro che richiederebbero statistiche annuali di pesca o lavori di marcatura e ricattura dei pesci stessi.

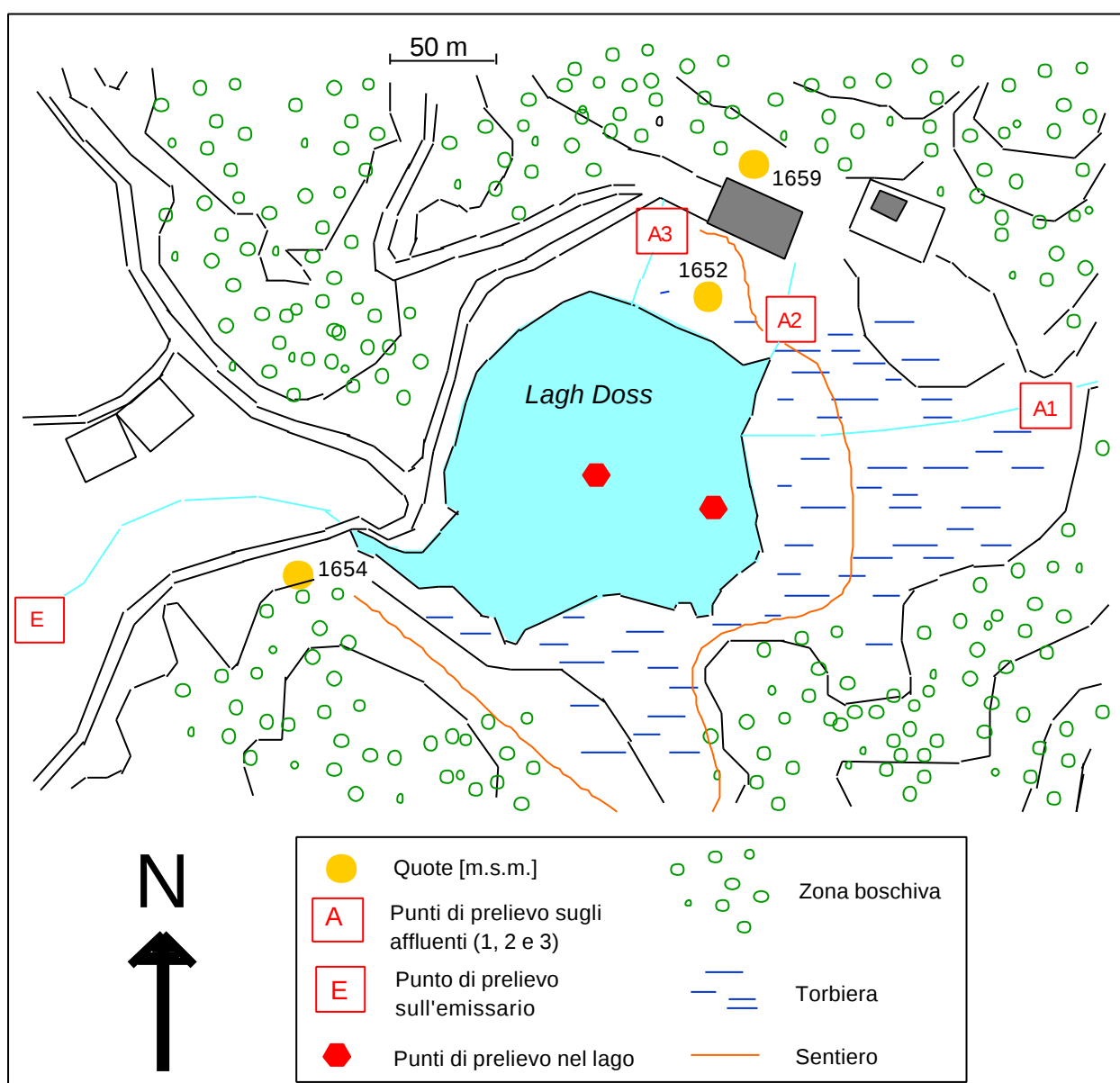
Nell'esposizione dei risultati e nelle conclusioni abbiamo ritenuto comunque opportuno di tenere in considerazione gli elementi sopracitati per una discussione articolata che porti a delle prospettive future.

Questo contributo rappresenta il primo studio idrobiologico sul lago Doss con un approccio globale considerando parametri fisico-chimici, limnologici e ittici. Lavori precedenti a noi noti sono l'importante lavoro del 1898 del Dr. LORENZ P. (1898) sui pesci del canton Grigioni nel quale il lago Doss è citato quale habitat per *Tinca tinca* (probabilmente introdotta), l'analisi algologica (diatomee) di M. JÄGGLI del 1940 (riedizione del 1983) ed una perizia commissionata nel 1982 dal comune di Mesocco e svolta dal Dr. P. Ratti direttore dell'Ufficio Caccia e Pesca del Cantone dei Grigioni .

Attorno al nome del lago esiste una certa confusione. Vengono infatti utilizzati lago d'Oss, d'Osso, Doss, Dosso. Per questa ragione ci è sembrato opportuno chiedere chiarimenti al signor Luigi Corfù collaboratore dell'inventario dei toponimi del Moesano, progetto sostenuto dalla sezione moesana della Pro Grigioni italiano. La radice *ox* o *os* è di origine celtica ed indica altura, sommità; ad esempio *oxcello* era il primo nome del passo del San Bernardino restato poi al pizzo che lo domina (Pizzo Uccello). Noi abbiamo scelto il nome Doss peraltro indicato anche dal *Rätisches Namensbuch*.

Figura 1: Cartina schematica della zona del lago Doss.

Schematische Uebersichtsplan der Umgebung des Doss sees.



II METODI

I profili della temperatura (°C), della conduttività ($\mu\text{S}/\text{cm}$), del pH, dell'ossigeno (mg/l) e della torbidità (FTU) sono stati misurati tramite una sonda multiparametrica (HPT C, Züllig AG) ed il redox (mV) grazie ad una sonda PtTA della ditta Gerber Instruments K. Schneider & Co (CH).

La trasmissione della luce fotosinteticamente attiva è stata misurata tramite sensori Li-Cor (LI-193SA) mentre la trasparenza è stata determinata con il disco di Secchi.

I prelievi d'acqua sono stati effettuati tramite una bottiglia di prelievo tipo Friedinger (5 l) mentre il plancton è stato raccolto con un retino da prelievo (maglia $45\mu\text{m}$).

I prelievi ittici sono stati effettuati tramite pesca elettrica.

Le analisi chimiche di fosfati, ammonio, nitrati, solfati, ferro (II) e manganese (II) sono state effettuate spettrofotometricamente utilizzando i kits Spectroquant® della ditta Merck (Darmstadt, D), mentre la determinazione dell'idrogeno solforato è stata fatta secondo il metodo di GILBOA-GARBER N. (1971)

Le analisi dei batteri eterotrofi aerobi su terreni solidi sono state effettuate secondo i metodi standard della microbiologia acquatica (APHA, 1985) .

I conteggi batterici totali sono stati effettuati tramite microscopia a fluorescenza. I campioni da 0,3 a 3 ml fissati alla formaldeide (concentrazione finale: 2%) sono state filtrate su membrane isopore di $0,2\mu\text{m}$ di porosità (filtri in polycarbonato, Millipore) e colorati all'arancio di acridina (soluzione 10%, Sigma). I filtri montati fra portaoggetto e coprioggetto con dell'olio non-autofluorescente (Tipo FF, Cargille Laboratories, CA) sono stati contati grazie ad un microscopio a fluorescenza (Laborlux S, Leitz: obiettivo 100 a immersione, oculare 12,5 et filtri d'eccitazione BP 450-490).

Le misure dell'ATP sono state effettuate tramite un fluorimetro della ditta Lumac, (S).

IV RISULTATI

Abbiamo ritenuto opportuno riassumere in Tabella 1 le analisi effettuate al fine di dare un quadro cronologico generale dell'intero lavoro.

Tabella1: Riassunto delle campagne d'analisi effettuate e dei parametri determinati.

Analysencampanien und gemessene Parametern

DATA	PARAMETRI MISURATI	OSSERVAZIONI
3 settembre 1992	PO_4^{3-} , NH_4^+ , Cl^- ; NO_3^- ; SO_4^{2-} Coliformi termotolleranti (41°C) Saprofiti a 20 e 37 °C	Analisi preliminari dell'affluente principale per valutare l'impatto dell'alpe di Pian Doss.
11 maggio 1993	Profili fisico-chimici con sonda multiparametrica Deflussi Campionamento di 3 carote di sedimento per analisi fisico-chimiche. Rilevamenti morfometrici	Analisi morfometriche del lago e dei sedimenti
27 maggio 1993	Profili fisico-chimici con sonda multiparametrica, trasmissione luminosa, profondità di Secchi Deflussi Analisi chimiche Analisi microbiologiche Analisi del plancton Analisi ittiche	Campagna primaverile d'analisi idrobiologica
27 luglio 1993	Profili fisico-chimici con sonda multiparametrica, trasmissione luminosa, profondità di Secchi Deflussi Analisi chimiche Analisi microbiologiche Analisi del plancton Analisi ittiche	Campagna estiva d'analisi idrobiologica
26 ottobre 1993	Profili fisico-chimici con sonda multiparametrica, Redox, trasmissione luminosa, profondità di Secchi Deflussi Analisi chimiche Analisi microbiologiche Analisi del plancton Analisi ittiche	Campagna d'analisi idrobiologica autunnale
8 marzo 1994	Profili fisico-chimici con sonda multiparametrica, Redox, trasmissione luminosa, profondità di Secchi Deflussi Analisi chimiche Analisi microbiologiche Analisi del plancton Campionamento di 1 carota di sedimento per analisi fisico-chimiche.	Campagna invernale d'analisi idrobiologica e seconda analisi chimica del sedimento

IV.1 CARATTERISTICHE CLIMATICHE

I dati climatologici ci sono stati gentilmente forniti dal Centro meteorologico regionale, Osservatorio Ticinese di Locarno-Monti. La stazione di misura considerata è la numero 9130 della rete nazionale (San Bernardino-Sud) , coordinate 734 120/147 270 a 1634 m.s.m..

Nella tabella seguente (Tab. 2) i parametri climatici esposti sono stati calcolati su periodi di 10, 20 o 30 anni e fino al 1990, essi sono quindi rappresentativi delle condizioni meteorologiche medie della regione di San Bernardino.

Tabella 2: Parametri meteorologici della regione di San Bernardino villaggio, fra il 1961 e il 1990.

Meteorologische Parametern des San Bernardino Dorfes, gemessen zwischen 1961 und 1990.

PARAMETRO	SIMBOLO	PERIODO	VALORE
Temperatura media all'anno	°C	1971-90	3.4
Temperatura minima estrema all'anno	°C	1971-90	-25.1
Temperatura massima estrema all'anno	°C	1971-90	31
Precipitazioni medie all'anno	mm	1961-90	1769
Precipitazioni medie al mese	mm	1961-90	147.4
Precipitazioni minime all'anno	mm	1961-90	1428
Precipitazioni massime all'anno	mm	1961-90	2345
Precipitazioni massime al giorno	mm	1971-90	175
Soleggiamento medio all'anno	ore	1971-90	1512
Soleggiamento minimo all'anno	ore	1971-90	1284
Soleggiamento massimo all'anno	ore	1971-90	1763
Umidità media	%	1971-90	67
Umidità minima	%	1971-90	61
Umidità massima	%	1971-90	76
Vento velocità media	m/s	1981-90	3.1
Vento punta massima	m/s	1981-90	29.8
Nuvolosità media	%	1971-90	59
Nuvolosità minima	%	1971-90	50
Nuvolosità massima	%	1971-90	68
Radiazione globale (media al giorno)	kWh/m ²	1981-90	3.4

Abbiamo ritenuto opportuno di fornire i dati climatici del periodo di studio.

Figura 2: Temperature medie, massime e minime mensili durante il periodo di studio

Monatliche mittlere, maxima und minima Temperaturen im Verlaufe der Studienperiode.

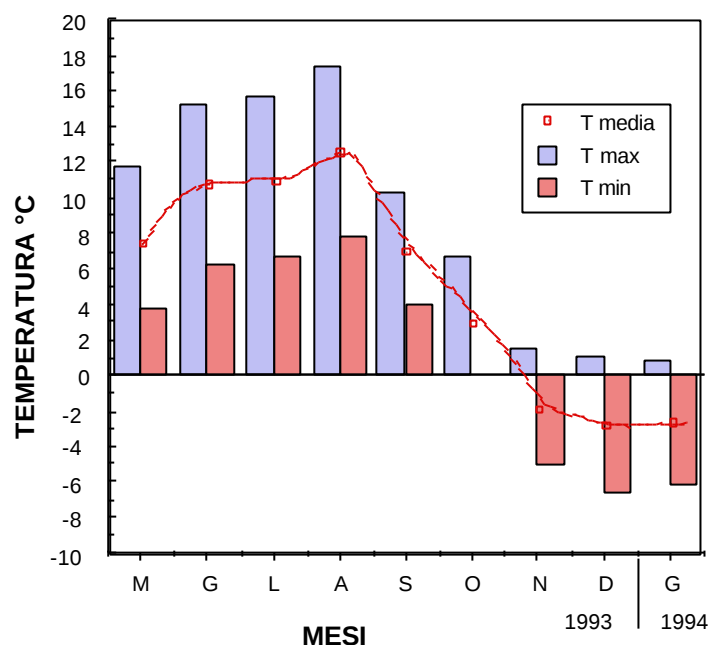
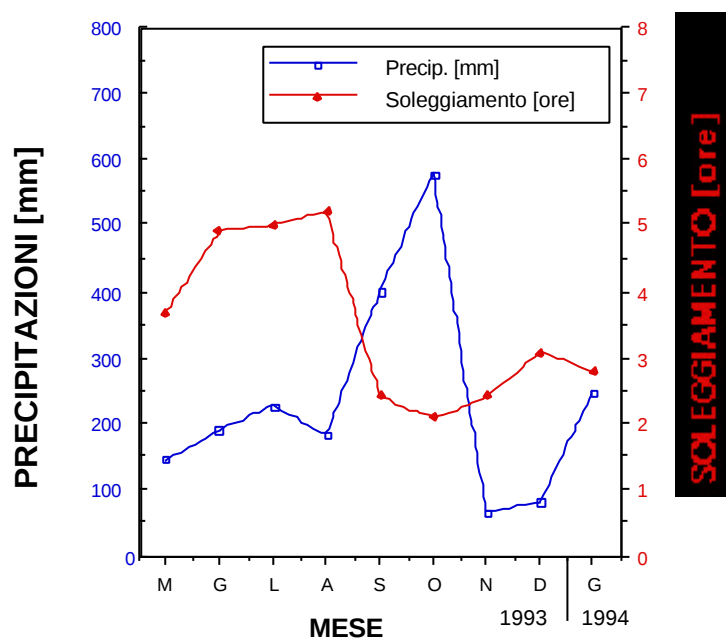


Figura 3: Valori mensili delle precipitazioni totali e del soleggiamento durante il periodo di studio

Monatliche Totalniederschlagsmengen und Globalstrahlung im Verlaufe der Studienperiode.

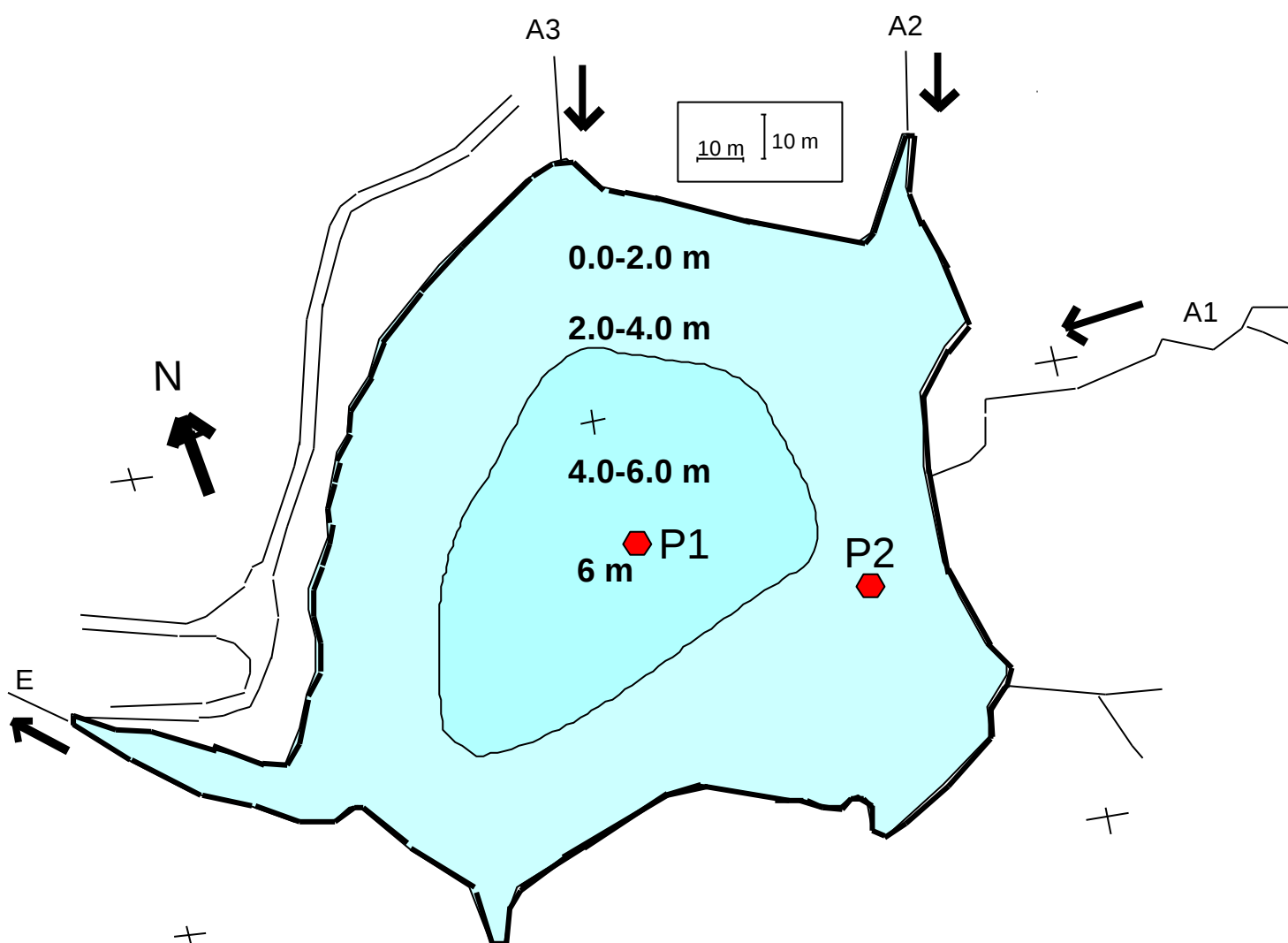


IV.2 MORFOMETRIA E IDRODINAMICA

Per l'allestimento di una cartina batimetrica del lago e per la determinazione dello spessore del sedimento molle sono stati tracciati 6 transetti in direzione Sud-Est distanti tra loro dai 20 ai 30 metri. Su ogni linea di transetto a distanze di 5 metri sono state misurate la profondità e lo spessore di sedimento molle per un totale di 124 misurazioni.

Figura 4: Cartina batimetrica del lago con l'indicazione degli affluenti, dell'emissario e dei punti di misurazione P1 e P2.

Bathimetrie des Sees mit Angaben der Zuflüsse und dem Abfluss sowie der Mess- und Probenahmestellen P1 und P2.



L'area del bacino imbrifero degli immissari e del lago è stata calcolata gravimetricamente e tramite scomposizione in quadrati di 1 mm² di superficie sulla base della carta topografica nazionale 1:25'000.

Area del bacino imbrifero compreso il lago: 380'000 m²

La tabella seguente riassume i principali parametri morfometrici del lago.

Tabella 3: Parametri morfometrici del lago Doss.

Morfometrische Angaben des "lago Doss"

PARAMETRO	SIMBOLO	UNITÀ	VALORE	OSSERVAZIONI
Lunghezza massima	l	m	205	Dà indicazioni sullo scostamento dalla forma circolare (da 1 a 1.5 la forma è circolare)
Larghezza massima	b	m	175	
Profondità massima	Z max	m	6.1	
Area	A l	m ²	19375	
Volume	V l	m ³	37877	
Larghezza media	b	m	95	
Lunghezza della riva	L	m	723	
Indice di sinuosità	D _L	-	1.46	
Profondità media	Z	m	1.95	Profondità in percento del diametro del lago
Profondità relativa	Z r	%	3.8	
Sviluppo del volume	D _V	-	0.975	Scostamento dalla forma a cono (< 0.33 la forma del fondo è conica; >0.33 la forma del fondo é appiattita)
Centro di gravità	Z _g	m	1.7	

Il lago Doss presenta una pendenza poco accentuata del fondo, caratteristica espressa da un valore elevato dello sviluppo del volume.

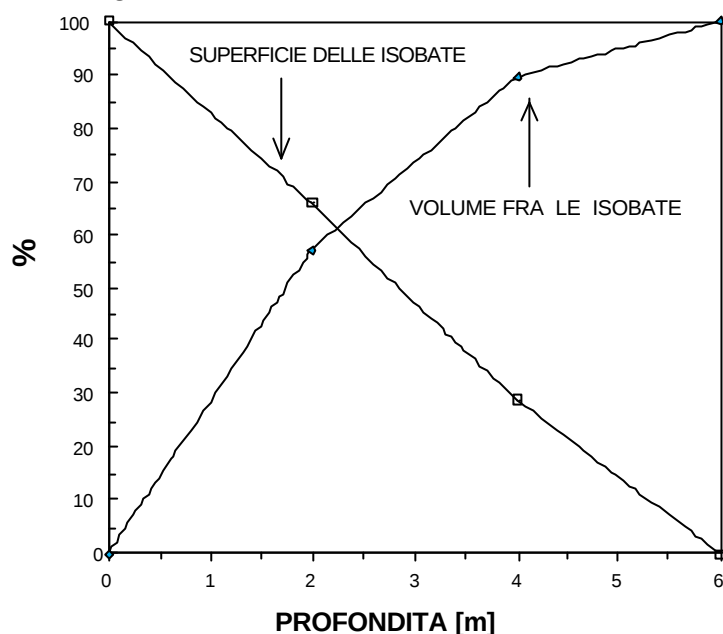
Le aree delle diverse isobate ed i volumi fra di esse forniscono un quadro esauriente della forma e della dimensione del lago.

Tabella 4: Superfici e volumi a diverse profondità. *Flächen und Volumen bei verschiedener Tiefen.*

PROFONDITA [m]	SUPERFICIE ISOBATE [m ²]	VOLUME FRA LE ISOBATE [m ³]	SUPERFICIE DEL SEDIMENTO [m ²]
0	19375		
da 0 a 2		21553	6600
2	12775		
da 2 a 4		12340	7175
4	5600		
da 4 a 6		3984	5300
6	300		300
SOMMA		37878	19375

Figura 5: Distribuzione percentuale delle superfici e dei volumi in funzione della profondità.

Prozentverteilung der Flächen und Volumen in Funktion der Tiefe.



Per la determinazione dell'idrodinamica del lago Doss si è proceduto alle misurazioni dei deflussi degli immissari principali e dell'emissario. Partendo dai valori di quest'ultimo si è potuto calcolare il tempo di ricambio del corpo lacustre.

Tabella 5: Deflussi degli affluenti e dell'emissario del lago Doss.

Abflussmengen der Zuflüsse und dem Abfluss des "lago Doss".

DATA	AFFLUENTI			EMISSARIO
	A1	A2	A3	E
11 maggio 93	18956 [l/h]	-	7160 [l/h]	23917 [l/h]
27 maggio 93	15515 [l/h]	2199 [l/h]	5741 [l/h]	18000 [l/h]
27 luglio 93	15449 [l/h]	3082 [l/h]	5201 [l/h]	10494 [l/h]
26 ottobre 93	34094 [l/h]	9428 [l/h]	12080 [l/h]	37668 [l/h]
MEDIA	21005 [l/h]	4903 [l/h]	7545 [l/h]	22519 [l/h]
TOT. AFFLUENTI	33453 [l/h]			
TOT. EMISSARIO				22519 [l/h]

La differenza fra il totale di afflusso e di deflusso del lago è di **10934 [l/h]**. Le cause di questo scarto possono essere:

- 1) L'evaporazione e l'assorbimento nella torbiera nel tratto fra punto di prelievo di A1 ed il lago (vedi figure 1 e 4)
- 2) L'evaporazione della superficie del lago
- 3) Eventuali perdite sottolacustri

Questa differenza ci conferma di aver considerato gli affluenti maggiori e che probabilmente non esistono altri afflussi importanti non superficiali o diffusi e non visibili.

Con il deflusso dell'emissario ed il volume d'acqua totale del lago è possibile calcolare il tempo di ricambio tramite la formula seguente:

$$T = \frac{\text{Volume del lago (metri cubi)}}{\text{Deflusso (metri cubi all' anno)}} = \frac{37877 \text{ m}^3}{197269 \text{ m}^3 / \text{a}} = 0.19\text{a @ 70 giorni}$$

Teoricamente in 70 giorni tutto il volume d'acqua del lago viene rinnovato nel caso che gli afflussi si mantengano sui livelli medi. In un anno quindi il volume d'acqua del lago viene cambiato 5 volte.

IV.3 ANALISI DEL SEDIMENTO

IV.3.1 Calcoli delle aree e dei volumi di sedimento asportabile

Il calcolo volumetrico del sedimento molle su tutta la superficie del lago è stato effettuato misurando 62 punti su 6 transetti, la profondità e, tramite una barra di ferro verticale, lo spessore del sedimento molle.

Scomponendo le 124 misurazioni di profondità e spessore del sedimento molle in 52 parallelepipedo è stato possibile calcolarne le aree che sommate ci hanno fornito il volume totale di sedimento molle del lago Doss.

SEDIMENTO MOLLE TOTALE: 9120 m³

Ci è pure sembrato utile fornire il volume di sedimento molle che si trova a profondità maggiori di 4.5 m in quanto sotto questa profondità, esso si presenta con una colorazione nera, che indica uno stato di anossia (vedi capitolo IV.3.2).

SEDIMENTO MOLLE TOTALE DA 4.5 A 6 m DI PROF: 2988 m³

IV.3.2 Esame macroscopico

Per una valutazione globale del sedimento, in data 11 maggio 1993 sono stati prelevati 2 campioni di sedimento profondo (punto di prelievo P1, 6.10 m) ed un campione di sedimento a 2.20 m (punto di prelievo P2). Un ulteriore campione di conferma è stato prelevato in data 11 marzo 1994 al punto di prelievo A (vedi figura 4).

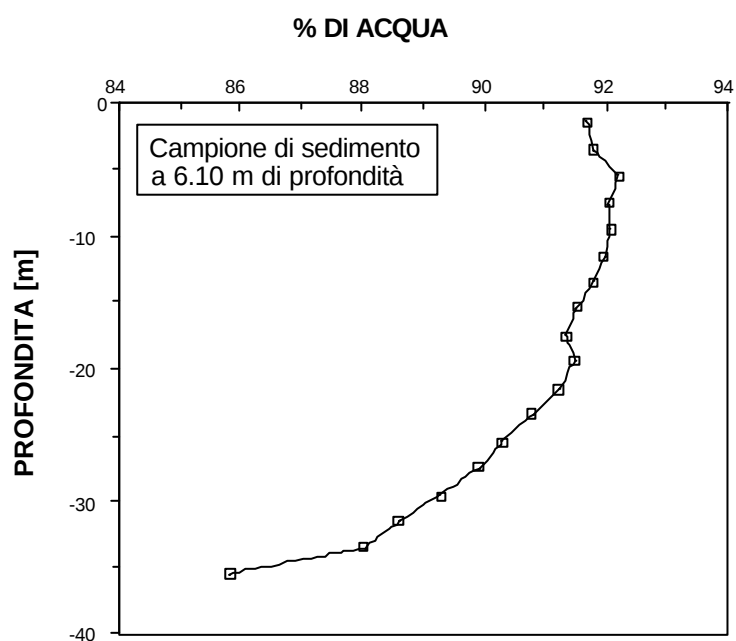
All'esame macroscopico risulta una netta differenza fra il sedimento a 6 ed a 2 metri di profondità. Il primo si presenta come un tipico **sedimento anossico** di colore nero e molto soffice mentre il secondo si presenta molto più chiaro, con abbondante materiale minerale e presenza di sabbia.

La figura seguente indica il contenuto in acqua del sedimento a 6.10 m di profondità prelevato in data 11 maggio 1993.

Foto 1: Carota di sedimento del lago Doss campionate a 6.10 m di profondità.
Sedimentkern vom "lago Doss" aus 6.10 m Tiefe.



Figura 6: Contenuto in acqua del sedimento a 6.10 m prelevato in data 11 maggio 1993
Wassergehalt des Sediments aus 6.10m Tiefe (Probenahme: 11 Mai 1993).



IV.3.3 Analisi chimiche del sedimento

Per rispondere adeguatamente al quesito posto sulla possibile asportazione del sedimento molle e del suo utilizzo quale concime abbiamo ritenuto utile procedere a 3 serie di analisi: chimico-fisiche generali, degli elementi nutritivi facilmente disponibili per le piante e dei metalli pesanti.

I risultati delle analisi del sedimento a 6.10 m di profondità prelevato in data 11 maggio 1993 sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 6: Analisi fisico-chimiche del sedimento prelevato l'11 maggio 1993 a 6.10 m di profondità.

Physicalische und chemische Analysen des Sediments (Probenahme: 11 Mai 1993; 6.10m Tiefe).

ANALISI		VALORI	VALORI INDICATIVI*
Caratteristiche generali	Sostanza organica [%]	42.0	
	pH (acqua interstiziale)	7.0	
	Carbonato totale (CaCO ₃)	tracce	
Granulometria [%]	Argilla	ca. 40	
	Silt	ca. 60	
	Sabbia	0-5	
Elementi solubili [ppm]	Fosforo (P)	4.6	
	Potassio (K)	3.6	
	Magnesio (Mg)	6	
Metalli pesanti [ppm]	Mercurio (Hg)	0	0.8
	Cadmio (Cd)	0.74	0.8
	Cobalto (Co)	11.7	25
	Nickel (Ni)	26	50
	Rame (Cu)	50	50
	Piombo (Pb)	81	50
	Cromo (Cr)	7	75
	Zinco (Zn)	165	200

(*) = Valori indicativi dell'Ordinanza federale concernente le sostanze nocive nel suolo del 9 giugno 1986.

Visto l'elevato tenore di metalli pesanti abbiamo ritenuto utile effettuare un'analisi ulteriore di conferma. Perciò in data 8 marzo 94 è stato prelevato un'ulteriore campione di sedimento a 6 metri di profondità. Su questo campione sono state prelevate delle frazioni di sedimento negli strati da 0 a 10 cm e da 50 a 60 cm di profondità. Questo campionamento è stato effettuato al fine di verificare se l'inquinamento in metalli pesanti segue un andamento cronologico.

Le analisi dei primi 10 centimetri e dello strato da 50 a 60 centimetri di profondità sono proposte nella tabella seguente.

Tabella 7: Analisi fisico-chimiche del sedimento prelevato l'8 marzo 1994 a 6.00 m di profondità.

Physicalische und chemische Analysen des Sediments (Probenahme: 8 März 1993; 6.m Tiefe).

ANALISI		VALORI 0-10 cm	VALORI 50-60 cm	VALORI INDICATIVI*
Elementi solubili [ppm]	Fosforo (P)	0.7	2.4	
	Potassio (K)	1.8	6.6	
	Magnesio (Mg)	4.7	7.7	
Metalli pesanti [ppm]	Mercurio (Hg)	0	0	0.8
	Cadmio (Cd)	0.42	1.42	0.8
	Cobalto (Co)	17.5	13.8	25
	Nickel (Ni)	42	35	50
	Rame (Cu)	64	67	50
	Piombo (Pb)	48	148	50
	Cromo (Cr)	12	12	75
	Zinco (Zn)	286	1003	200

(*) = Valori indicativi dell'Ordinanza federale concernente le sostanze nocive nel suolo del 9 giugno 1986.

Questa seconda analisi ha potuto confermare l'elevato tasso di metalli pesanti nel sedimento ed ha inoltre permesso di mettere in evidenza che questo inquinamento è presente da diversi anni.

In generale i valori sono più elevati a 50-60 cm dalla superficie del sedimento che non nello strato superiore analizzato (0-10cm). Si potrebbe ipotizzare dunque una diminuzione dell'inquinamento da metalli pesanti negli ultimi anni. Naturalmente non conoscendo la velocità ed il grado di sedimentazione del particolato nel lago e non avendo analizzato il cesio 137 (^{137}Cs), che permette di individuare l'incidente nucleare di Chernobyl dell'aprile-maggio 1986, non ci è possibile datare i diversi strati del sedimento

IV.4 ANALISI FISICO-CHIMICHE DEL CORPO D'ACQUA

Le analisi fisico-chimiche del lago Doss sull'arco del periodo della perizia, dall'11 maggio 93 all'8 marzo 1994, sono rappresentate nei grafici delle figure 7 e 8.

Per fornire dei parametri di confronto dei tenori fisico-chimici misurati abbiamo paragonato, nell'esposizione dei risultati, i valori del lago Doss con altri lago sudalpini ticinesi: Il lago di Origgio (TOMASELLI R., NARDI P., 1976) e (LSA, 1985), il Lago di Lugano ed il Lago di Cadagno. Questi ultimi due laghi sono stati presi in considerazione in quanto ben conosciuti dal nostro laboratorio (PEDUZZI R. e GRIMALDI E., 1986; ICB, 1986; TONOLLA M, 1988; PEDUZZI R., et al. 1992a e b; PEDUZZI R., et al., 1993).

I profili della temperatura mettono in evidenza le caratteristiche di buon rimescolamento delle acque del lago. Infatti durante il periodo estivo non si assiste ad una stratificazione termica marcata con la presenza di un termoclinio. Le differenze di temperatura fra lo strato superficiale e lo strato più profondo non supera i 4 gradi centigradi.

L'unico periodo di stratificazione termica abbastanza marcata è risultato essere quello invernale (8 marzo 1994) nel quale si assiste ad una inversione termica con strati superficiali più freddi. Questa situazione è dovuta alla presenza di ghiaccio e neve su tutta la superficie del lago durante il periodo da inizio dicembre a inizio maggio.

La temperatura massima di 14-15 gradi centigradi è stata registrata il 27 luglio 1993 mentre la minima di 0.6 gradi in superficie l'8 marzo 94.

La conducibilità elettrica è direttamente proporzionale al tasso di salinità dell'acqua. Nel lago Doss i valori riscontrati (da circa 160 a circa 280 μ Simens/cm) denotano un tenore in sali medio-alto se comparato ad esempio ad un lago con caratteristiche simili come il lago di Origgio (valori medi circa 85 μ S/cm). Altri confronti: Lago di Lugano da 0 a 100 m: 216 μ S/cm; Lago di Cadagno da 0 a 8 m ca 150 μ S/cm.

Normalmente la conducibilità elettrica diminuisce in presenza di organismi fotosintetici attivi e aumenta con i processi di mineralizzazione, infatti in prossimità del sedimento i valori tendono ad aumentare a seguito del rilascio di sali minerali dovuto ai processi degradativi.

La torbidità è proporzionale al tasso di particelle in sospensione (organiche e inorganiche). I valori più elevati si sono riscontrati durante le campagne dell'11 maggio (in prossimità del sedimento) e del 27 luglio 1993. I tenori di torbidità (<4-5 FTU) riscontrati nelle date 8 e 27 maggio 1993 sono da considerare medi mentre i valori delle campagne dell'11 maggio e soprattutto del 27 luglio (fino a 10 FTU) sono da considerare elevati. Nel lago di Lugano (stato di eutrofia) i valori di torbidità nella zona di produzione algale si situano attorno ai 4-5 FTU.

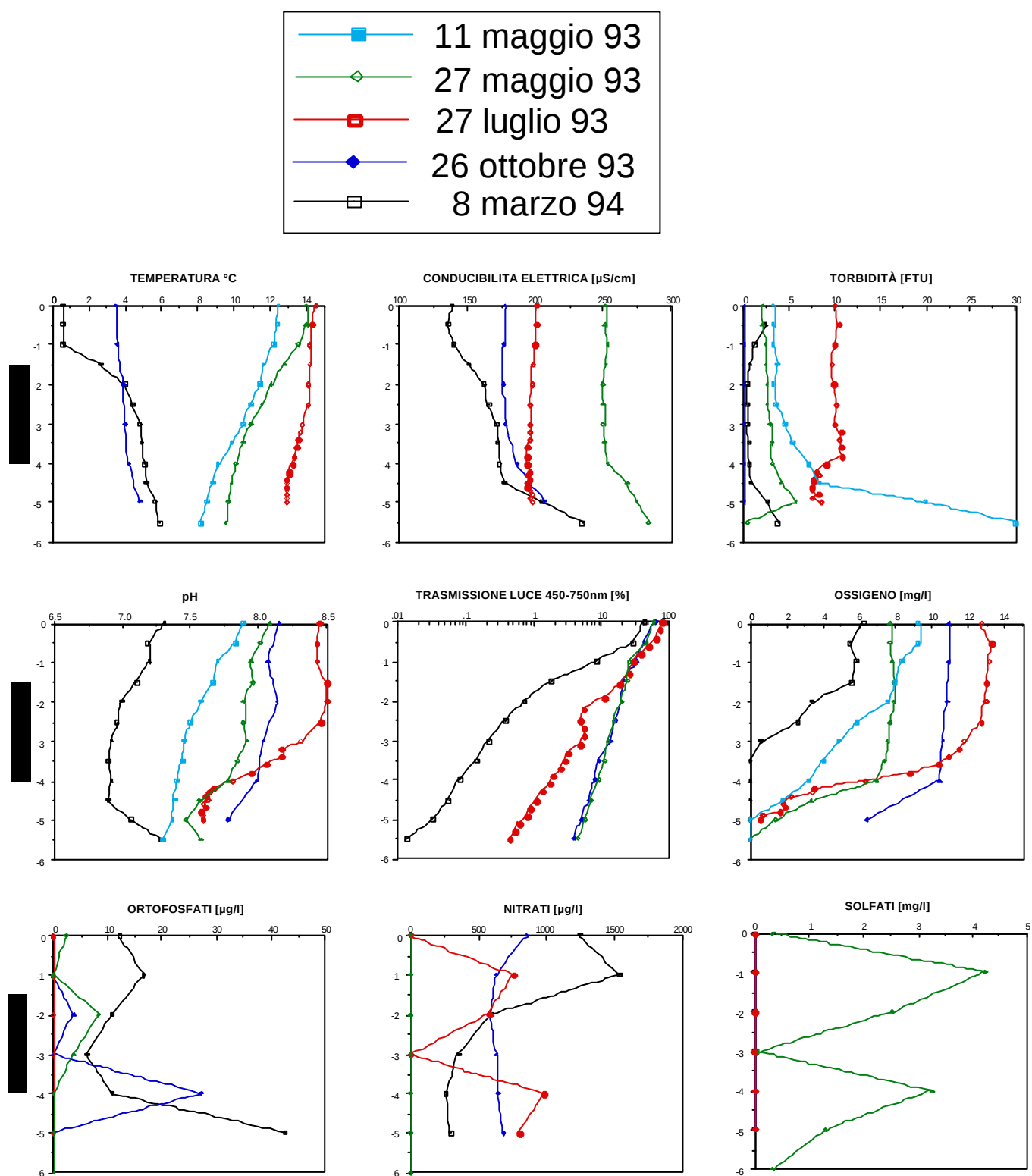
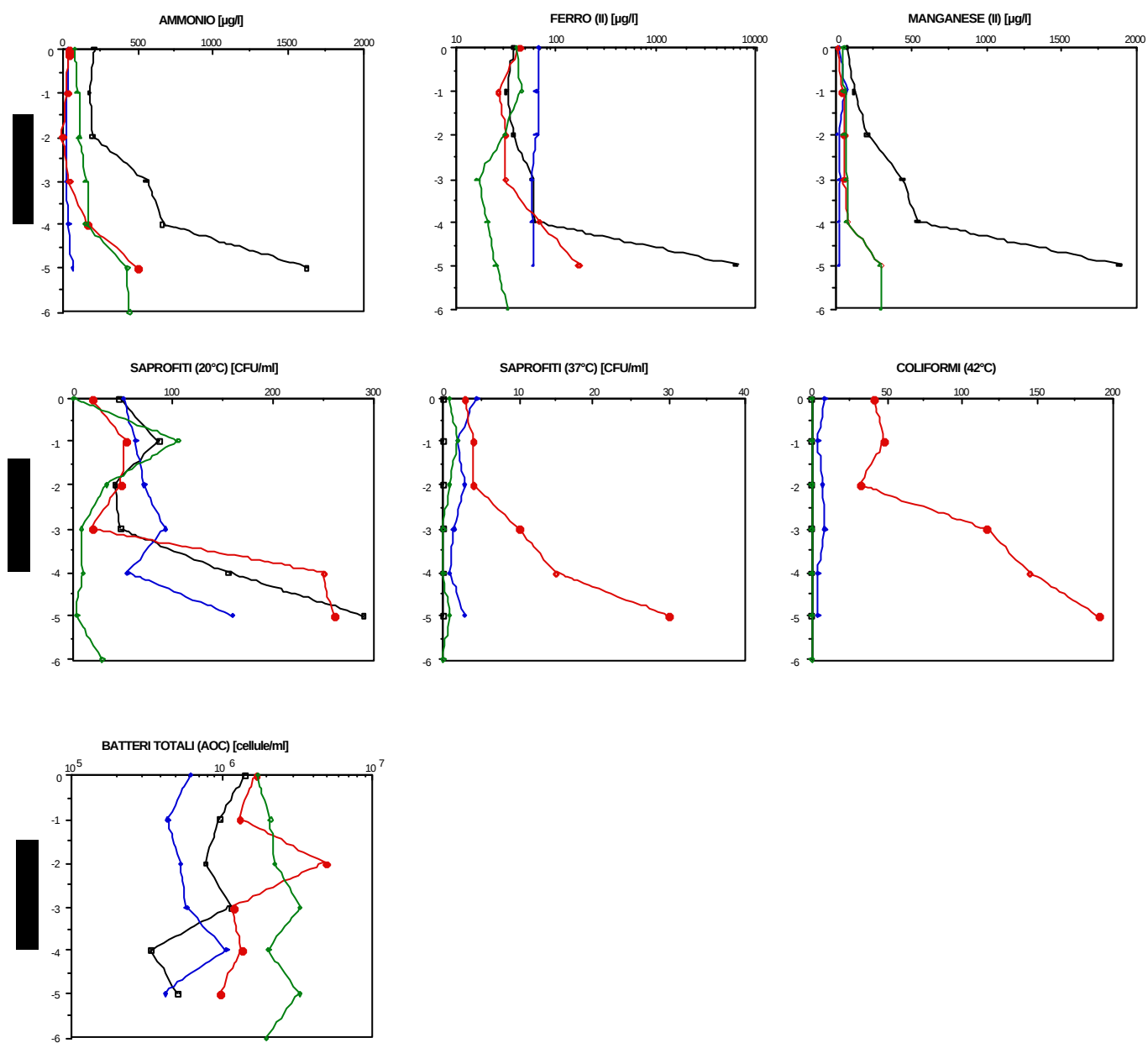
Figura 7a

Figura 7b

La luce (radiazione fotosinteticamente attiva: 450nm-750nm) nel lago Doss raggiunge in ogni stagione il sedimento seppure con intensità minori durante l'inverno. Questa caratteristica è propria degli stagni e il lago Doss può perciò essere considerato come un lago con carattere di stagno come già ribadito dal Dr. Ratti nella sua perizia del 1982 (vedi capitolo II introduzione). La profondità di Secchi si situa attorno ai 4m di profondità.

La misurazione del pH indica dei valori che vanno dalla neutralità (pH 7) fino a pH 8.5 durante il periodo di maggiore fotosintesi (27 luglio 1993). Il lago non si trova dunque in pericolo di acidificazione, in quanto si tratta di valori normali.

L'ossigeno segue, come il pH, l'andamento stagionale dovuto alle variazioni di attività fotosintetica. Infatti, le concentrazioni più elevate si riscontrano nel mese di luglio. Riteniamo importante il reperimento di uno strato anossico variabile al di sotto dei 3 metri di profondità. Esso è particolarmente esteso nel periodo invernale; infatti l'8 marzo 1994 il tenore considerato il limite fisiologico per i salmonidi (4 mg/l) si situava fra 1.5 e 2 m di profondità. Durante il periodo di maggior ossigenazione (misure del 27 luglio 1993) questo limite si trovava a circa 4 metri di profondità. Si può dunque affermare che su un volume totale di 37900 m³, i salmonidi hanno a disposizione solamente 21600 m³ in inverno e 33900 m³ in estate, di acqua adeguatamente ossigenata (vedi tabelle 3 e 4). La riduzione dello spazio vitale di circa il 50% durante il periodo invernale è da tenere in conto nella gestione ittica di questo specchio d'acqua.

I tenori dei composti ionici analizzati (HPO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Fe^{2+} e Mn^{2+}) sono generalmente bassi per i solfati (< 4.5 mg/l Lago di Origgio: 12 mg/l e Lago di Lugano: 15 mg/l) mentre gli ortofosfati mostrano valori massimi in inverno. Ammonio, nitrati, ferro e manganese presentano concentrazioni medio-alte. In generale per tutti i composti i valori più elevati sono stati misurati, come previsto, durante la missione invernale (8 marzo 1994), quando l'attività algale di fotosintesi è fortemente ridotta a causa della diminuita penetrazione luminosa dovuta allo strato di ghiaccio e neve in superficie.

In particolare, bisogna segnalare l'elevata concentrazione di manganese, e in modo più marcato di ferro nella zona anossica (5 m di profondità) in inverno (8 marzo 1994). La presenza di elevate concentrazioni di questi metalli coincide con elevati tenori di fosfati. Ciò è dovuto al noto processo di scioglimento del fosfato ferrico in condizioni anossiche con conseguente rilascio di fosfati. Questo ciclo biochimico rappresenta il processo conosciuto di "autoconcimazione" che sta alla base dell'eutrofizzazione dei laghi.

Lo strato anossico è dunque dannoso non solo dal punto di vista ittico ma anche quale fonte di composti nutritivi implicati nell'accelerazione dei processi di eutrofizzazione.

Foto 2 e 3: Scene di lavoro sul lago.
Arbeit auf dem See.



IV.5 VALUTAZIONE DEI CARICHI E DEL GRADO DI EUTROFIZZAZIONE

La valutazione dei carichi di fosforo convogliati a lago è stata basata sui coefficienti unitari tratti dalla letteratura:

- a) Precipitazioni **0.05** kg di fosforo totale per ettaro all'anno (Chiudani G., Gerletti M., Marchetti R., Provini A. e Vighi M. (1978) Il problema dell'eutrofizzazione in Italia. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 42. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- b) Suolo non coltivato **0.10** kg di fosforo totale per ettaro all'anno (LSA, 1985).

Il carico esterno di fosforo è dunque stato calcolato sulla base dei coefficienti sopracitati e sulla stima di 38 ettari di superficie del bacino imbrifero (vedi capitolo IV.2.).

Carico esterno di fosforo: 5.7 kg di fosforo all'anno

Questa stima potrebbe aumentare considerando l'effetto dell'alpe di cui non sono noti coefficienti specifici.

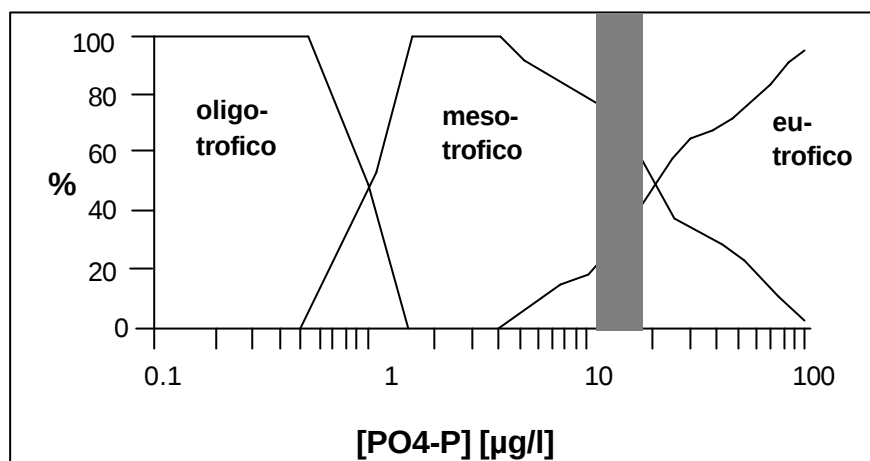
Quale confronto, il lago di Origlio (LSA, 1985, Rapporto sullo stato trofico del Lago d'Origlio) sopporta un carico annuo di fosforo 4 volte maggiore (pari a 24.7 kg all'anno) ma il volume totale è 7 volte più grande (273700 m³) ed il tempo di ricambio è pressochè uguale (66 giorni).

Per un calcolo attendibile del bilancio del fosforo sarebbero necessarie misurazioni più mirate sia sugli apporti che sugli esporti del lago.

I dati in nostro possesso sugli ortofosfati ci permettono di stimare il livello trofico del lago Doss. La stima si basa sui dati forniti dalla pubblicazione dell'OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development cooperative programme for monitoring of inland waters) e dell' Ufficio federale per la Protezione dell'Ambiente del 1980. I dati utilizzati sono quelli del mese di marzo 1994 quando la fotosintesi è ridotta al minimo e quindi la frazione di fosforo incorporato è minima.

Figura 8: Concentrazioni di ortofosfato in relazione al grado di trofia (da OCDE, 1980 modificato) e posizione relativa del lago Doss (in grassetto).

Phosphatkonzentrationen im Bezug auf den Trophiezustand und relative Lage des "lago Doss" (Schraffiert).



Il lago Doss si trova dunque in una situazione di mesotrofia avanzata. Questa posizione costituisce un pericolo latente di eutrofia.

IV.6 ANALISI BATTERIOLOGICHE

Le analisi batteriche forniscono due tipi di informazioni: i conteggi totali all'epifluorescenza e i conteggi dei batteri saprofiti cresciuti a 20°C evidenziano il potenziale biodegradativo del corpo d'acqua mentre i conteggi dei batteri saprofiti cresciuti a 37°C e dei coliformi termotolleranti rispecchiano lo stato igienico.

Le quantità batteriche totali (epifluorescenza) si situano attorno al milione di cellule per millilitro, valori comparabili con conteggi effettuati nel Lago di Lugano e nel Lago di Cadagno (zona fotica).

I conteggi dei batteri saprofiti a 20°C, dunque di batteri che hanno un ruolo nella mineralizzazione della biomassa, sono abbastanza elevati negli strati profondi dei prelievi in data 27 luglio 1993 e 8 marzo 1994 dove si raggiungono 200-300 CFU/ml. Questa situazione testimonia del fatto che pur non essendoci una vera stratificazione termica esiste però una stratificazione metabolica con i processi di mineralizzazione concentrati in prossimità dei sedimenti.

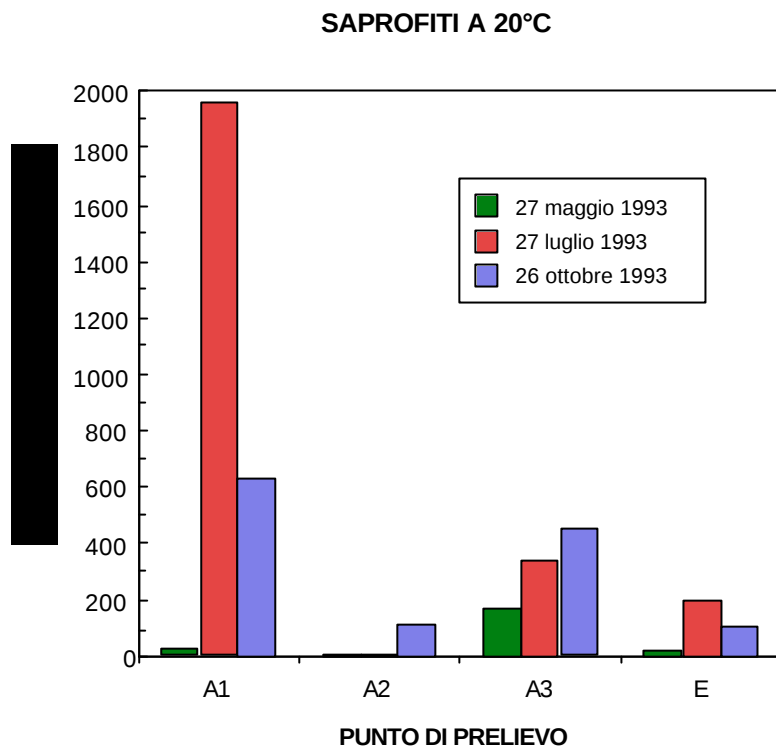
I conteggi dei batteri saprofiti a 37°C e dei coliformi termotolleranti danno un quadro della situazione igienica in quanto sono germi adattati a crescere alle temperature corporee di organismi a sangue caldo. Il terreno per i coliformi termotolleranti, inoltre seleziona le specie batteriche normalmente presenti nell'intestino. Sono dunque indicatori di contaminazione fecale.

I risultati di questi parametri igienici evidenziano una situazione generale buona con dei valori elevati, ma non allarmanti, il 27 luglio 1993. Questa situazione potrebbe essere il risultato dell'influsso dell'alpe di Pian Doss. Infatti, nella data citata, tutti i parametri batteriologici dell'affluente principale (A1) che costeggia l'alpe erano relativamente elevati come mostrano le figure 9a, b e c.

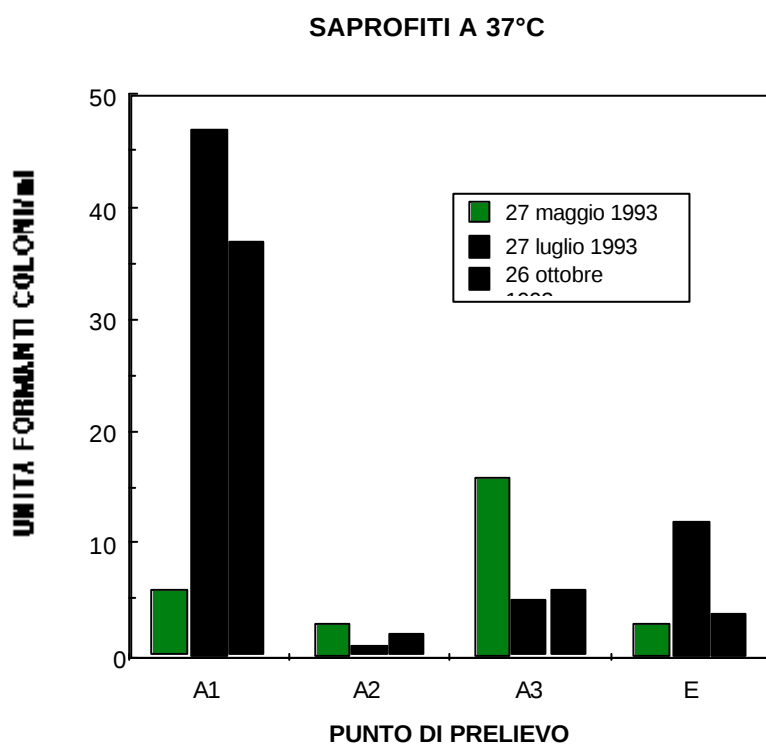
Figura 9: Conteggi dei batteri saprofiti a 20°C (a), a 37°C (b) e coliformi 42°C (c) di crescita.

Zählungen von saprophytische Bakterien bei 20°C (a), 37°C (b) und coliformen bei 42°C Wachstumstemperatur.

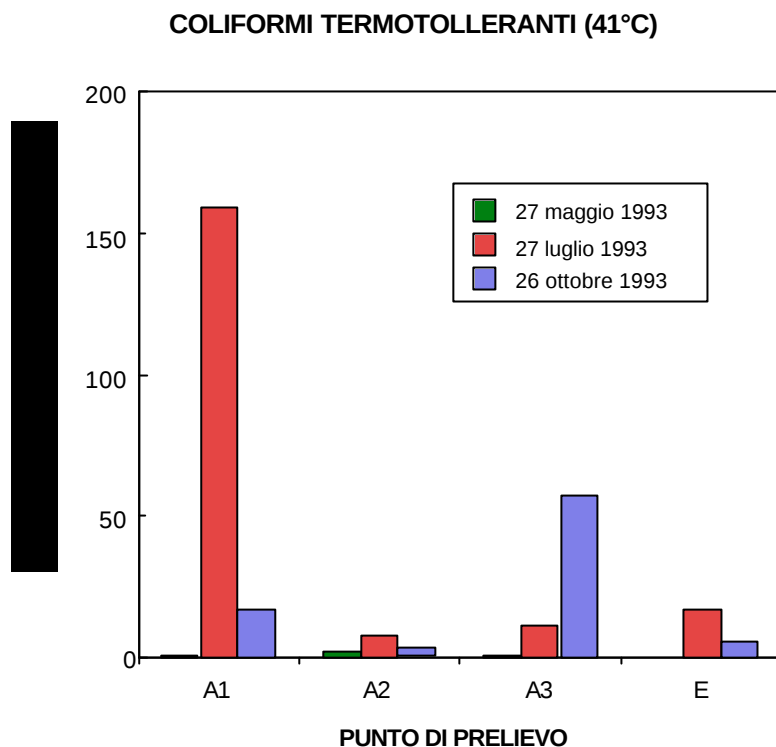
a)



b)



c)

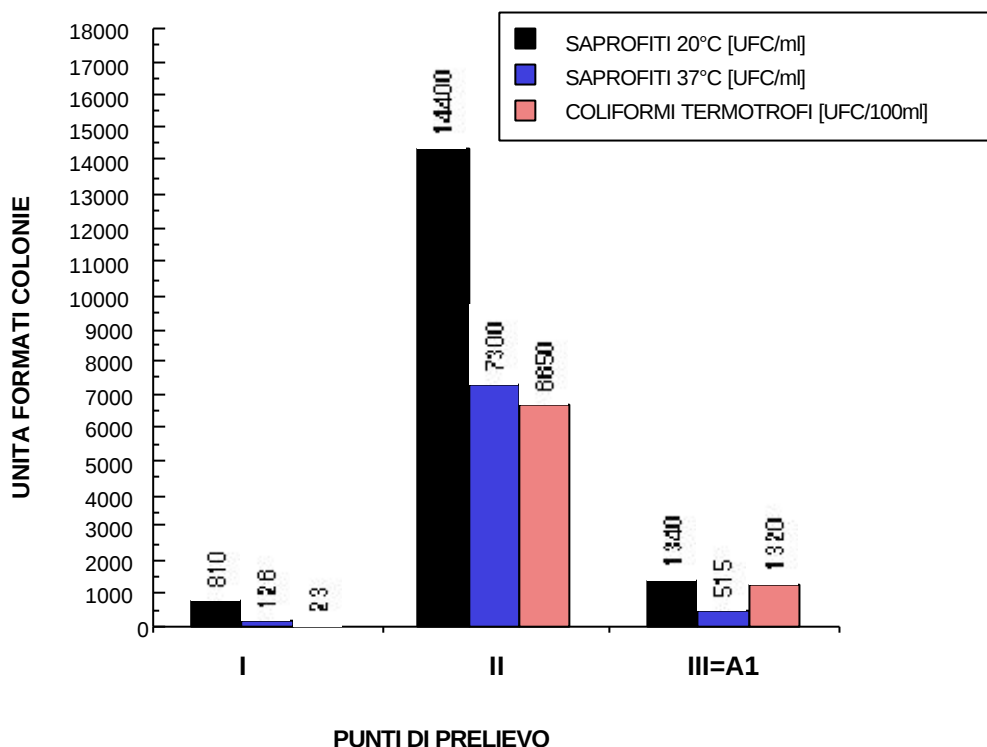


La possibilità di influsso negativo dal punto di vista igienico dell'alpe di Pian Doss era sorta già dagli incontri preliminari. Per questo motivo in data 3 settembre 1992 abbiamo effettuato dei prelievi in tre punti: nei pressi dell'alpe prima che il riale entri nella zona dell'alpe adiacente le cascine (punto di prelievo I), all'uscita dello stesso dalla zona citata (punto di prelievo II) ed infine all'entrata del riale nel lago (punto di prelievo III corrispondente al punto A1, vedi figura 1), risultati riassunti nella figura 11.

I parametri batteriologici considerati nell'acqua del riale, aumentano veriginosamente appena dopo la zona dell'alpe e diminuiscono di nuovo nel prelievo all'entrata della zona adiacente il lago. Le due considerazioni rilevanti sono da un lato la verifica dell'impatto igienico negativo dell'alpe, dall'altro l'azione positiva di autodepurazione del riale nel tratto alpe-lago. I valori nel punto di prelievo nella zona del lago sono relativamente elevati e dai dati presentati sembra che abbiano un'influsso sul lago stesso d'altra parte bisogna considerare la possibilità che il dilavamento del suolo dovuto ad un periodo di pioggia possa aumentare ulteriormente l'effetto di inquinamento. Durante il mese di luglio 1993 le precipitazioni medie sono state di 229 mm (figura 2), quindi al di sopra della media di 147 mm, calcolata sull'arco di tempo dal 1961 al 1990.

Figura 10: Conteggi dei batteri saprofiti a 20°C, a 37°C e coliformi termotolleranti effettuati in data 3 settembre 1992 sull'affluente A1 prima (punto di prelievo I), poco dopo l'alpe di Pian Doss (punto di prelievo II) e prima di entrare nel lago (punto di prelievo III=A1).

Zählungen von saprophytische Bakterien bei 20°C , 37°C und coliformen bei 42°C. Wachstumstemperatur.



IV.7 VALUTAZIONE QUALITATIVA DEL FITO- E ZOOPLANKTON

I prelievi di plancton effettuati nel lago Doss hanno lo scopo di dare una visione qualitativa globale della variabilità biologica di questo corpo d'acqua e di fornire alcune indicazioni sul suo stato trofico mediante il reperimento di specie indicatrici della qualità delle acque.

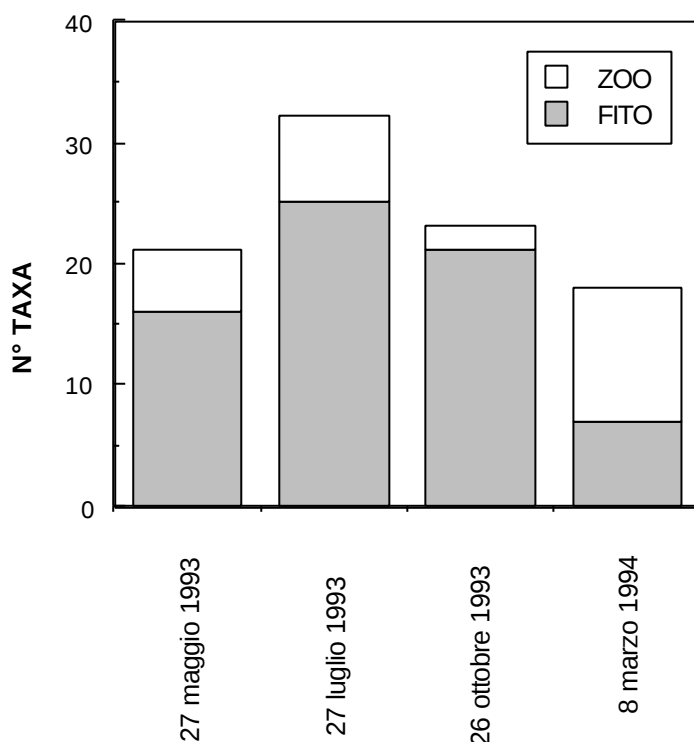
La lista delle specie con la loro collocazione tassonomica e l'indicazione della missione nella quale sono state reperite è riassunta nella tabella 8.

In totale sono stati caratterizzati 67 taxa differenti. Tra questi 7 specie sono organismi caratteristici delle acque saprobie della classe II (zona β -mesosaprobia): *Asterionella formosa*, *Cymatopleura solea*, *Fragilaria crotonensis*, *Lecane cornuta*, *Melosira varians*, *Pediastrum boryanum*, *Synedra acus*. Le acque appartenenti a questa classe saprobia sono poco inquinate, ricche d'ossigeno con la presenza di molte specie diverse di organismi ed un ricco sviluppo vegetale.

Il grafico seguente riporta l'andamento del numero di taxa determinate durante le campagne d'analisi.

Figura 11: N° di taxa (fito- e zooplancton) determinati durante le campagne di prelievi.

Zahl der Taxa (Phyto- und Zooplankton) bestimmt während der Studie



Sull'arco dell'anno e sui campioni di plancton caratterizzati lo zooplancton rappresenta 1/4 del totale.

Tabella 8: Lista delle specie planctoniche e loro collocazione tassonomica.

Planktonarten mit taxonomische Stellung.

N°	MISSIONE *	GENERE/SPECIE	FITO-/ZOOPL.	DIVISIONE	CLASSE/SOTTOCLASSE
1	2	Achnantes sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
2	2	Asplanchna sp.	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria
3	134	Asterionella formosa	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
4	1234	Bosmina longirostris	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
5	2	Ceratium hirudinella	FITO	Dinophyta	Peridinales
6	3	Chlamydomonas sp.	FITO	Chlorophyta	Volvocales
7	23	Chlorococcum sp.	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
8	2	Coenocystis planctonica	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
9	2	Cosmarium bioculatum	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
10	4	Cupelopagis sp.	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria
11	124	Cyclops sp.	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
12	4	Cymatopleura sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
13	34	Daphnia longispina	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
14	4	Daphnia pulex pulex	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
15	2	Daphnia sp.	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
16	2	Dictyosphaerium sp.	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
17	2	Desmidium sp.	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
18	1	Dinobryon divergens	FITO	Chrysophyta	Chrysophyceae
19	12	Dinobryon sp.	FITO	Chrysophyta	Chrysophyceae
20	1	Eubosmina coregoni Kessleri	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
21	3	Eudorina elegans	FITO	Chlorophyta	Chlorophyceae
22	1	Fragilaria capucina	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
23	4	Fragilaria crotonensis	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
24	1	Fragilaria sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
25	2	Fusarium sp. (funghi)			
26	1	Gloeocystis vesiculosa	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
27	3	Gloeocystis sp.	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
28	2	Gomphosphaeria aponina	FITO	Cyanophyta	Chroococcales
29	124	Larva naupliare di copepode	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Phyllopoda
30	2	Lecane cornuta	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria
31	1	Melosira varians	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
32	2	Merismopedia sp.	FITO	Cyanophyta	Chroococcales
33	2	Microcystis sp.	FITO	Cyanophyta	Chroococcales
34	13	Mougeotia sp.	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
35	3	Navicula radiosa	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
36	12	Navicula sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
37	1	Nitzschia acicularis	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
38	3	Nitzschia sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
39	23	Oedogonium sp.	FITO	Chlorophyta	Oedogoniales
40	23	Oscillatoria sp.	FITO	Cyanophyta	Nostocales
41	4	Platylas sp.	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria
42	3	Pediastrum boryanum	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
43	2	Pediastrum sp.	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
44	3	Phacus sp.	FITO	Euglenophyta	Euglenales
45	3	Planktophaeria gelatinosa	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
46	4	Polyarthra sp.	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria
47	2	Polyarthra remata	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria
48	123	Scenedesmus sp.	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
49	3	Schizochlamydeella delicatula	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
50	4	Cymatopleura solea sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
51	4	Spathidium sp.	ZOO	Protozoa	Ciliata
52	2	Sphaerocystis sp.	FITO	Chlorophyta	Chlorococcales
53	2	Spirogyra sp.	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
54	3	Staurastrum aculeatum	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
55	2	Staurastrum dejectum	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
56	12	Staurastrum gracile	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
57	1234	Staurastrum paradoxum	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
58	23	Staurastrum polymorphum	FITO	Chlorophyta	Conjugatophyceae
59	1	Stauroneis anceps	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
60	4	Stauroneis sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
61	234	Surirella sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
62	13	Synedra acus	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
63	1234	Tabellaria flocculosa	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
64	2	Tabellaria sp.	FITO	Chrysophyta	Diatomeae
65	1	Thermocyclops oithonoides	ZOO	Arthropoda	Crustaceae/Copepoda
66	4	Tubellari	ZOO	Plathelminthes	Tubellaria
67	4	Uova di rotifero	ZOO	Nemathelminthes	Rotatoria

*) Numero delle missioni. 1: 27 maggio 1993; 2: 27 luglio 1993; 3: 26 ottobre 1993; 4: 8 marzo 1994.

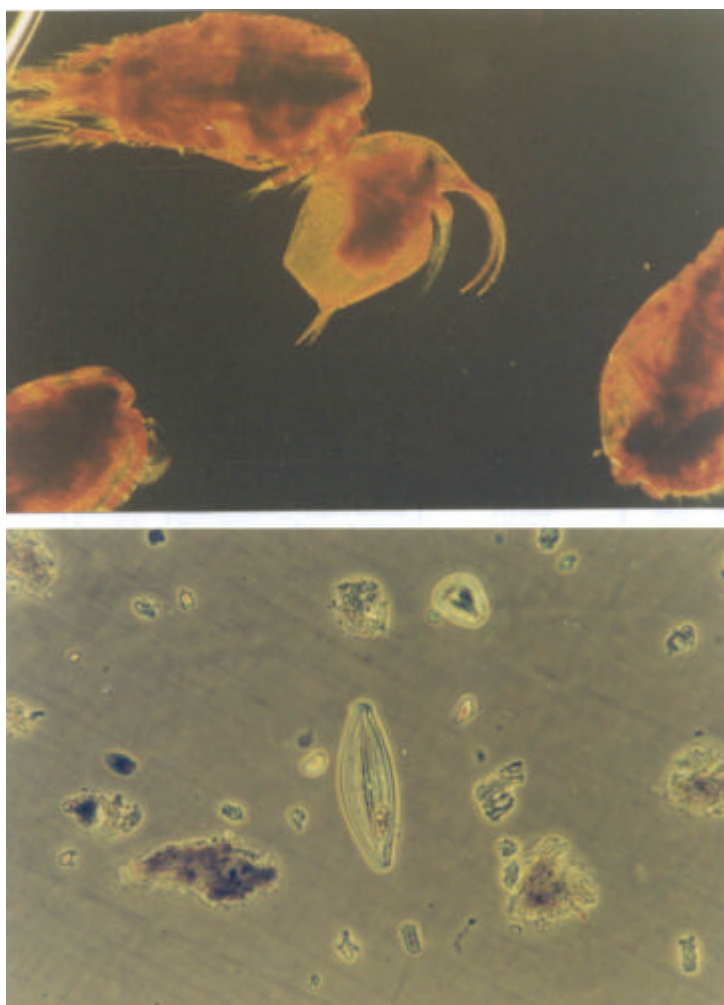
Non si sono trovate specie indicatrici di altre classi saprobiche oltre al fungo *Fusarium* che indicherebbe una certa tendenza alla classe mesosaprobia III (α -mesosaprobia) cioè acque più inquinate con presenza limitata di ossigeno e molti flagellati e ciliati.

Queste considerazioni sono in sintonia con la definizione del livello trofico del lago tramite l'analisi chimica dei fosfati trattata nel capitolo precedente.

Le specie trovate in tutte le campagne e quindi caratteristiche del lago Doss sono: *Bosmina longirostris*, *Staurastrum paradoxum* e *Tabellaria flocculosa*.

Tutte queste determinazioni sono di carattere qualitativo e hanno unicamente lo scopo di fornire una visione globale dell'ecosistema esaminato. Per delle considerazioni più precise sono indispensabili indagini quantitative più ravvicinate nel tempo.

Foto 3, 4: *Bosmina longirostris* (3) e sottoNavicula sp. (4) (400 x).



IV.8 VALUTAZIONE DELL'ITTIOFAUNA

La cattura dei pesci per valutare la composizione delle popolazioni nel lago Doss è stata effettuata mediante pesca elettrica. I risultati sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 9: Elenco dei pesci catturati e loro caratteristiche.

Gefangene Fische und ermittelte Charakteristika.

N°	DATA	SPECIE		LUNGHEZZA TOTALE/CORPORALE [cm]	PESO [g]	SESSO	ETA [anni]
1	27 maggio 1993	Luccio	<i>Eoxus lucius</i>	37/32	286.61	M	3+
2		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	22/18	157.66	F	5+
3		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	22/17.5	118.35	M	5+
4		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	22/18	108.42	M	5+
5		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	19.5/16	93.73	F	5+
6		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	18.5/15.5	73.73	F	4+
7		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	19/16	75.26	M	5+
8		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17.5/14.5	58.35	F	4+
9		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	18/15.3	62.66	F	4+
10		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17.5/14.5	63.67	F	4+
11		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	16.5/14	46.7	F	4+
12		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15.5/12.8	40.77	M	4+
13		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15/12.3	34.18	F	4+
14		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14/11	29.69	F	3+
15		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14/11	26.85	F	3+
16		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14.11.5	34.63	F	3+
17		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	13.3/10.8	21.84	F	2+
18		Tinca	<i>Tinca tinca</i>	24.2/19.8	176.7	M	3+
19		Tinca	<i>Tinca tinca</i>	24.3/19.2	197.65	M	3+
20		Trota fario	<i>Salmo trutta forma fario</i>	25/21.5	146.8	M	2+
21		Trota fario	<i>Salmo trutta forma fario</i>	17.8/15	57.25	M	1+
22	27 luglio 1993	Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	18/14.5	66.33	M	4+
23		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17.5/13.8	58.28	M	4+
24		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	16.5/13.5	54.51	M	4+
25		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	16.5/13	57.04	M	4+
26		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	16.5/13	53.24	M	4+
27		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17/14	47.77	M	4+
28		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17/14	50.86	M	4+
29		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17/13.5	44.7	M	4+
30		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17/13.5	48.31	F	4+
31		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15.5/12.3	42.96	F	4+
32		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15/12.2	41.61	F	4+
33		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15/12	36.30	M	3+
34		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15/12	44.67	M	4+
35		Tinca	<i>Tinca tinca</i>	27/23	240.89	M	4+
36		Tinca	<i>Tinca tinca</i>	21.5/17.5	132.65	M	3+
37	26 ottobre 1993	Luccio	<i>Eoxus lucius</i>	53/46.5	1043.46	M	4+
38		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	19/15.8	83.73	F	4+
39		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	17.5/14	67.73	M	4+
40		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	16/12.5	46.12	F	4+
41		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14.5/11.5	34.99	M	4+
42		Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14.5/11.8	42.25	F	3+
43		Tinca	<i>Tinca tinca</i>	22.5/18.5	166.35	M	3+

Dai dati ottenuti ci sembra importante evidenziare l'enorme presenza della scardola rispetto alla tinca. Infatti in tutti i prelievi la scardola è di gran lunga la specie più rappresentata. Un fatto che riteniamo importante è la presenza, peraltro abbastanza inaspettata, del luccio, introdotto dal guardapesca responsabile signor F. Nollo nel 1989. Sarà interessante seguire lo sviluppo di questa specie predatrice, molto interessante dal punto di vista venatorio, per ciò che riguarda la sua capacità riproduttiva in situ.

Nessuna trota è stata catturata nel lago. Infatti, le uniche due trote catturate durante la prima campagna provengono dall'affluente A1.

L'analisi del contenuto stomacale dei pesci catturati ha permesso di mettere in evidenza da una parte il carattere onnivoro delle scardole e delle tinche dominato dalla presenza di plancton e fibre vegetali e, dall'altra, il carattere predatorio del luccio.

Riassunto dei contenuti stomacali delle scardole: fibre vegetali, fitoplancton (specie diverse con predominanza delle diatomee), alghe filamentose (predominanza di *Spyrogira*), insetti, zooplancton (rotiferi), chironomidi. In alcuni esemplari di scardole è stato possibile osservare la presenza di vermi parassiti intestinali.

La predominanza di certe specie vegetali nel contenuto stomacale è influenzata dalla resistenza di queste alla digestione, non è dunque possibile fare dei rapporti di quantità attendibili.

Il contenuto stomacale delle tinche è analogo a quello delle scardole e ciò permette di ipotizzare una concorrenza tra le due specie. Nel luccio pescato in ottobre è stato possibile rinvenire, oltre a detriti vegetali, fito- e zooplancton vario in scarsa quantità, anche dei resti di un pesce semidigerito confermando la natura predatoria di questa specie. La composizione delle popolazioni ittiche evidenzia il carattere di stagno di questo specchio d'acqua con la presenza di specie planctofaghe e attive nei fondali (scardola, tinca) e del luccio quale predatore.

Foto 5: Pesci pescati in data 27 maggio 1993 *Fischfang am 27 Mai 1993*



Sui pesci catturati è pure stato calcolato il coefficiente di condizione o fattore di corpulenza K (JENS J., 1979) che fornisce indicazioni sull'accrescimento e quindi sul grado di adattamento del pesce all'ecosistema studiato.

$$K = \text{Peso (g)} \times 100 / \text{Lunghezza totale (cm)}^3$$

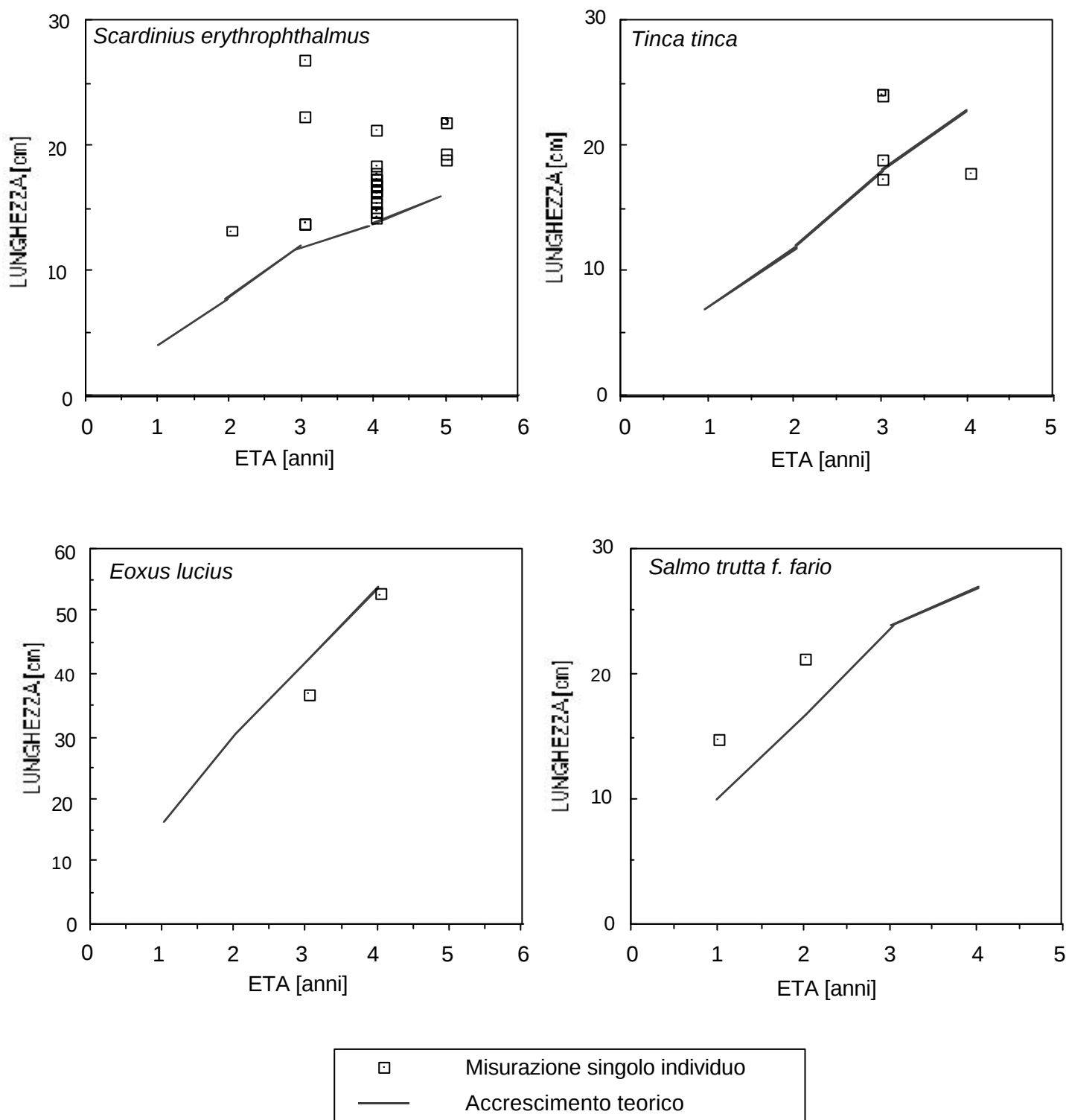
I coefficienti di condizione medi delle scardole e delle tinche sono rispettivamente 1.12 e 2.43; quest'ultimo è di molto superiore al valore riportato da JENS J. (1979) di 1.2 mentre per le scardole non è riportato alcun valore.

Per poter dare una valutazione della condizione dei pesci catturati abbiamo ritenuto opportuno riportare dei grafici di accrescimento teorico per le diverse specie confrontandoli con i valori misurati durante il lavoro. I risultati sono esposti nella figura 12.

Come si può notare tutte le specie rientrano nei valori delle curve teoriche ad eccezione della scardola che presenta un'accrescimento rispetto all'età superiore alla media. Ciò conferma ulteriormente l'eccellente adattamento di questa specie alle condizioni offerte dal lago Doss.

Figura 12: Relazione fra età e lunghezza totale dei pesci catturati durante lo studio confrontati con la crescita teorica proposta da JENS J. (1979)

Alter und Totallänge der Fische im Bezug auf die teoretische Wachstumskurve nach JENS J. (1979).



V CONCLUSIONI

Le misure effettuate hanno permesso di definire la batimetria del lago Doss e di calcolarne i principali parametri morfometrici. Il lago è inserito in un bacino imbrifero di 380'000 m², ha una superficie di circa 19'000 m² ed un volume di 38'000 m³. Le sue acque vengono rinnovate teoricamente circa 5 volte l'anno in stretta dipendenza con l'andamento delle precipitazioni.

I risultati riguardanti il sedimento mostrano che vi sono circa 9000 m³ di sedimento molle ed asportabile e che nella zona più profonda persistono condizioni di anossia.

Le analisi chimiche hanno evidenziato tassi elevati di cadmio, rame, piombo e zinco che si situano al di sopra dei valori indicativi per la parte superficiale del suolo riportati nell'Ordinanza federale concernent le sostanze nocive nel suolo del 9 giugno 1986.

Il sedimento potrebbe essere trattato come un fango di impianto di depurazione secondo le direttive federali descritte nella "Verordnung über umweltgefährdende Stoffe (Stoffverordnung, StoV)" versione aggiornata del 16 settembre 1992. Infatti i valori misurati nel sedimento del lago Doss si situano fra i valori limite per i resti di compostaggio e quelli per il fango degli impianti di depurazione come riportato nella tabella seguente.

Tabella 10. Valori limite per composto e fango di depurazione secondo StoV, 1992 (vedi testo).

Grenzwerte für Kompost und Klärschlamm nach StoV, 1992 (siehe Text).

INQUINANTE	VALORE LIMITE IN mg/kg DI SOSTANZA SECCA	
	Composto	Fango da impianto di depurazione
Cadmio (Cd)	1	5
Cobalto (Co)	-	60
Cromo (Cr)	100	500
Mercurio (Hg)	1	5
Nickel (Ni)	30	80
Piombo (Pb)	120	500
Rame (Cu)	100	600
Zinco (Zn)	400	2000

I metalli pesanti e gli idrocarburi alogenati rappresentano i due gruppi di sostanze più pericolose per le specie viventi a causa del loro continuo rilascio nell'ambiente dovuto alle attività umane. L'accumulo nei sedimenti è un fenomeno conosciuto e dovuto alle ricadute atmosferiche e al dilavamento del suolo adiacente il lago con la conseguente incorporazione e concentrazione negli organismi a tutti i livelli della catena alimentare (WHO, 1992).

La sedimentazione porta ad un accumulo di queste sostanze inquinanti nei sedimenti e ad un' inibizione della capacità microbica di mineralizzazione della biomassa. (KUMMERT R., STUMM W., 1987; SIGG L., et al., 1992)

La contaminazione in metalli pesanti del sedimento del lago Doss è probabilmente di origine atmosferica e dovuta agli inquinanti atmosferici provenienti dalle zone industriali del Nord-Italia. Non è da escludere un influsso negativo del traffico stradale e della galleria del San Bernardino anche se i valori di cadmio e piombo non sono in rapporto 1/10, caratteristico del pulviscolo atmosferico originato dal traffico stradale (TOMASELLI R., NARDI P., 1976).

Dalle recenti indagini sul suolo condotte dalla Stazione di ricerca in chimica agricola e dall'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (apparse sulla stampa), si è potuto appurare che al Sud delle Alpi si riscontrano tenori medi di metalli pesanti nel suolo superiori alla media Svizzera. La verifica delle concentrazioni di questi inquinanti (dannosi per la salute dell'uomo) ai diversi livelli della catena alimentare e specialmente nei pesci sarebbe auspicabile ed il lago Doss potrebbe essere un oggetto di studio ideale.

Globalmente le analisi dei parametri fisico-chimici sulla colonna d'acqua evidenziano il carattere di stagno del lago Doss. La radiazione solare penetra sempre fino al sedimento precludendo una separazione netta fra zona trofogenica e zona trofolitica. La mancanza di forti gradienti termici e la prossimità del centro di gravità del lago alla superficie ($Z_g=1.7m$) indicano una facilità di rimescolamento di tutto il corpo d'acqua sotto l'azione del vento. Dunque, una risospensione degli strati superficiali del sedimento con un effetto di aumentata torbidità e un pericolo di autoconcimazione del lago sono ipotizzabili. Inoltre, l'azione meccanica di risospensione del sedimento provocata da bagnanti può venir accentuata e prolungata dalla facilità di circolazione del corpo d'acqua.

Il lago è pure soggetto a variazioni importanti di temperatura, dipendenti delle variazioni climatiche, che possono avere conseguenze negative sulla fauna ittica a causa dell'adattabilità dei pesci e la diminuzione della concentrazione relativa di ossigeno.

Dal punto di vista trofico, sia i livelli di fosfati sia la composizione del fito- e zooplancton indicano uno stato di β -mesotrofia. Il lago deve dunque essere preservato da eventuali influssi esterni con apporto di composti trofogeni e di contaminanti fecali. I risultati confermano che l'alpe, tramite l'affluente A1, ha un'influsso negativo (vedi misure del 27/7/93) e una soluzione dovrebbe essere trovata. Le misure concernenti gli apporti effettivi prima e dopo l'alpe dovrebbero essere seguite approfonditamente per valutare l'efficacia degli interventi futuri.

La situazione invernale è caratterizzata da un enorme rilascio di metalli e fosfati dal sedimento col rischio da una parte di un' autoconcimazione e, dall'altra, di un'inquinamento da metalli pesanti e composti ridotti quali l'ammoniaca. Inoltre, l'anossia si estende in profondità a partire da 3.5 m (misure dell'8 marzo 1994) riducendo lo spazio vitale per i

pesci (vedi capitolo IV.4) già limitato per la presenza di neve e ghiaccio (circa 1-1.5m di spessore).

Dalle considerazioni sopraesposte risulta evidente che il lago Doss non è adatto alle esigenze dei salmonidi infatti le popolazioni ittiche presenti nel lago, che appartengono ai ciprinidi (scardola e tinca) ed agli esocidi (luccio), sono tipiche di zone litorali e laghetti a carattere di stagno con presenza di vegetazione sulle rive. La tinca ed in modo particolare la scardola, sembrano ben adattate al lago se consideriamo le curve teoriche di crescita. Inoltre la presenza del luccio ha sicuramente una grande rilevanza nel controllo delle specie erbivore e conferisce una notevole attrattiva dal punto di vista venatorio.

VI PROSPETTIVE FUTURE

Dopo l'esposizione dei risultati e le considerazioni conclusive riteniamo di aver risposto alle problematiche ed agli obiettivi posti dal mandato peritale (cap. I). Ci permettiamo infine, sulla base dei dati raccolti, di elencare alcuni punti importanti per una futura gestione del lago Doss:

- 1) attuazione di misure di preservazione e protezione della torbiera e del lago e gestione intelligente dell'afflusso turistico e venatorio.
- 2) gestione e controllo quantitativo delle popolazioni ittiche con particolare attenzione alle condizioni di adattamento del luccio.
- 3) analisi del contenuto di metalli pesanti ai diversi livelli della catena alimentare con particolare attenzione per i pesci.
- 4) eliminazione degli influssi negativi dell'affluente principale accompagnato da un controllo accurato.

L'asportazione di parte del sedimento è teoricamente possibile ma non auspicabile per i seguenti motivi:

- a) difficile utilizzo dei sedimenti a causa della presenza di metalli pesanti.
- b) problemi dell' influsso negativo dell'affluente principale (da risolvere in primo luogo).
- c) impossibilità di valutazione delle conseguenze globali su tutto l'ecosistema. C'è il pericolo teorico che asportando il sedimento si aumenti lo strato profondo anossico ritrovato durante le misurazioni invernali.

RINGRAZIAMENTI

Vogliamo ringraziare l'Ispettorato Caccia e Pesca del Canton Grigioni per l'incarico assegnatoci ed in particolare l'ispettore Dr. P. Ratti, la Società Acquicoltura e Pesca distretto Moesa specialmente il suo intraprendente ed interessato presidente Dr. G. Zandralli, l'Ente turistico di San Bernardino e la Società Pesca San Giacomo di Mesocco (presidente J. Mazzoni). Il Dr. M. Lanfranchi dell'Ufficio per la Protezione dell'Ambiente dei Grigioni, il Centro meteorologico regionale Osservatorio Ticinese di Locarno-Monti, il signor L. Corfù, lo zoologo F. Rampazzi ed il Museo di Storia naturale del Canton Ticino per averci fornito materiali indispensabili alla ricerca. Ringraziamo inoltre le Officine Idroelettriche della Mesolcina ed il Comune di Mesocco (signori Schenini M. e Cortesi M.) per averci fornito la barca ed i mezzi di trasporto necessari.

Un ringraziamento speciale lo riserviamo al guardapesca principale signor F. Nollo che oltre a fornirci un aiuto indispensabile nelle fasi di prelievo è sempre stato pronto a procurarci le informazioni richieste ed a fungere da persona di collegamento con gli organi cantonali grigionesi coinvolti.

BIBLIOGRAFIA

- APHA (American Public Health Association) (1985) Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th edition.
- GILBOA-GARBER N. (1971) Direct spectrophotometric determination of inorganic sulfid in biological material and other complex mixture. *Analyt. Biochem.* 43, 129-133.
- GRÜNING A., VETTERLI L., WILDI O. (1986) Les hauts marais et marais de transition de Suisse. *Berichte* n°281.
- ICB (Istituto Cantonale Batteriologico) (1986) Perizia biologica e ittiologica Lago d'orbello. Valutazione orientativa. Istituto Cantonale Batteriologico, Lugano.
- JÄGGGLI M. (1983) Flora del San Bernardino. Edizioni Aurora, Lugano.
- JENS J. (1979) Die Bewertung der Fischgewässer. Verlag Paul Parey, Hamburg.
- KUMMERT R., STUMM W. (1987) Gewässer als Ökosysteme. Vdf.
- LORENZ P. (1898) Die Fische des Kantons Graubünden. Ed. E Zwingli, Pfäffikon/Zürich.
- LSA (1985) Rapporto trofico del lago di Origlio. Laboratorio Studi Ambientali del canton Ticino.
- PEDUZZI R. e GRIMALDI E., (1986) Operazione di spurgo del bacino idroelettrico del Luzzone. Relazione peritale concernente la valutazione dei danni al patrimonio ittico. Istituto Cantonale Batteriologico, Lugano.
- PEDUZZI R., DEMARTA A., TONOLLA M. (1993) Dynamics of the autochthonous and contaminant bacterial colonization of lakes (Lake of Cadagno and Lake of Lugano as model systems). In: Vernet J.-P., Environmental contamination. Elsevier, Amsterdam.
- PEDUZZI R., DEMARTA A., TONOLLA M. e BERETTA M. (1992)a Rapporto sull'evoluzione del Lago di Lugano. Aspetti batteriologico-igienistici. Campagna 1990. Ed. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere, Milano.
- PEDUZZI R., TONOLLA M., DEMARTA A. (1992)b Seasonal changes of microbiological populations in the sediments of the basins of Lugano and Agno. *Aquatic Sciences*, 54 (3/4): 331-337.
- SIGG L., STUMM W., BEHRA P. (1992) Chimie des milieux aquatiques. Masson, Paris.
- TOMASELLI R., NARDI P. (1976) La regione di Origlio. Istituti di Botanica e Zoologia facoltà di scienze Università di Pavia(I)
- TONOLLA M, PEDUZZI R. (1988) The problem of fish management in an artificially regulated meromictic lake: lake Cadagno (Canton Tessin, Switzerland). *Riv. It. Acquacoltura* 23: 57-68.
- WHO (World Health Organisation) (1992) Cadmium. International Programme on Chemical Safety (IPCS) Criteria N° 134.