

Comunità Montana
delle
Prealpi Trevigiane

Tecneco S.p.A.

Studio ambientale dei Laghi di Revine



ANTONIO ISOLATI

STUDIO AMBIENTALE
DEI LAGHI DI REVINE

PREMESSA

I laghi di Revine rappresentano una risorsa importante per l'economia della zona per le possibilità di sviluppo che un' oculata gestione dei bacini può favorire in settori economicamente importanti come turismo, pesca ed eventualmente acquacoltura; inoltre, indipendentemente da questi settori economici, lo svilupparsi di una sensibilità ambientale a tutti i livelli sociali rende improrogabile la necessità di riportare i laghi alla loro integrità, ponendo quindi le basi per un rapporto più corretto tra attività umane e ambiente naturale.

Al momento attuale, l'equilibrio del sistema idrico costituito dai laghi di Revine, definito nelle sue componenti idrologiche, chimiche e biologiche, appare notevolmente precario, per cui anche per gli interventi più urgenti ed indispensabili quali l'abbattimento degli inquinanti sversati nei laghi, appare opportuno effettuare una serie di scelte operative definite sulla base di una conoscenza adeguata. In particolare per quanto concerne le modalità di trattamento e di smaltimento delle sostanze inquinanti, è preferibile che tali scelte non vengano definite in base a criteri aprioristici, ma siano fondate su un'accurata analisi costo-benefici, che permetta cioè di prevedere i benefici ambientali in conseguenza di misure diversificate di trattamento e soprattutto di smaltimento.

Il presente studio è stato eseguito dal gruppo di lavoro "Ambienti acquatici naturali" del Settore Studi Ambientali della Tecneco, una società del gruppo ENI che si qualifica come società di ingegneria delle risorse.

Essa infatti, inquadrando in un'ottica globale i problemi dell'ambiente, affronta temi quali l'impatto delle attività umane sull'ambiente naturale, lo sviluppo, la reintegrazione e la valorizzazione delle risorse naturali. Nel campo degli ambienti acquatici naturali, in particolare, definisce le situazioni esistenti, le interpreta, formula previsioni sulle loro tendenze e propone le soluzioni operative da adottare perché le situazioni evolvano in senso positivo.

Fra gli studi eseguiti da questo gruppo di lavoro meritano menzione quelli riguardanti le caratteristiche idrodinamiche ed ecologiche della laguna di Venezia in relazione alle opere di restringimento delle bocche di porto, la valutazione dei limiti di accettabilità delle sostanze inquinanti nonché la fattibilità di una rete di controllo dell'inquinamento nella stessa laguna; indagini sullo stato di inquinamento di corsi d'acqua della Campania; indagini per il risanamento del golfo di Napoli; indagini connesse all'inquinamento industriale della Baia di Augusta.

ANTONIO ISOLATI, laureato in chimica presso l'Università di Bologna nel 1970, da diversi anni si occupa dello studio dell'inquinamento delle acque superficiali. Tra i lavori più significativi si riportano: lo stato di qualità delle acque costiere italiane nell'ambito della 1^a Relazione ambientale; il grado di inquinamento delle acque superficiali correnti dell'Emilia Romagna nell'ambito del Piano delle Acque; gli effetti indotti sull'inquinamento dalle opere di parzializzazione delle bocche di porto di Venezia; la valutazione dei limiti di accettabilità delle sostanze inquinanti agli scarichi sversati nella Laguna di Venezia; indagini sulla dispersione e sul decadimento degli inquinanti sversati nella Baia di Augusta. E' autore di numerose pubblicazioni su riviste scientifiche italiane e straniere.

La Comunità Montana delle Prealpi Trevigiane si è fatta interprete di queste esigenze conoscitive, indispensabile supporto per una corretta azione di salvaguardia e, con l'appoggio determinante della Regione Veneto, ha affidato alla TECNECO s.p.a. uno studio ambientale che aveva lo scopo di individuare le ipotesi alternative di intervento per la soluzione dei problemi di esondazione ed eutrofizzazione che, al momento attuale, rappresentano gli aspetti più gravi della situazione.

Viene da qui una descrizione sintetica di tale studio e dei suoi principali risultati (1).

* * *

Lo studio, che è stato protratto per il periodo di un anno in maniera da coprire un ciclo completo per quanto concerne le caratteristiche idrologiche e trofiche, aveva i seguenti obiettivi:

- fornire indicazioni sugli interventi da attuare per eliminare le esondazioni;
- valutare gli effetti indotti sul trofismo dei laghi a seguito di soluzioni alternative di intervento; momento fondamentale per questo obiettivo è stata la messa a punto di uno strumento di simulazione ambientale in grado di fornire indicazioni su quello che potrà essere l'assetto dei laghi conseguente alla adozione di forme diverse di intervento e risanamento.

Inoltre, accanto a questi obiettivi di carattere operativo, lo studio ha conseguito anche l'obiettivo di fornire per la prima volta un quadro generale delle caratteristiche ambientali dei laghi definite nelle loro componenti idrologiche chimiche e biologiche.

Da tutte le indagini effettuate risulta evidente lo stato di deterioramento dei laghi di Revine. In particolare dai rilevamenti batimetrici (fig. 1) è emerso che i laghi sono soggetti ad un processo di interrimento che nell'arco di 70 anni è stato pari a ca. 2m.

Questo processo, oltre a diminuire la capacità idrica dei laghi, avrebbe comportato il ricoprimento delle sorgenti sotterranee del lago di S. Maria, la cui esistenza è stata confermata da diversi osservatori, facendo così mancare un'importante fonte di ricambio del lago.

Dai rilevamenti idrometrici (fig. 2) è risultato che alcuni eventi meteorici ed in particolare le precipitazioni su terreno già saturo d'ac-

qua, sono quelli che possono dare luogo ai più estesi fenomeni di esondazione.

Dai rilevamenti chimici e biologici è emerso il notevole stato di eutrofizzazione (2) e squilibrio biologico dei laghi. In particolare sono stati riscontrati, nel periodo di stratificazione termica (3), rilevanti quantità di biomassa fitoplanctonica e sovrassaturazione dell'ossigeno disciolto nello strato superficiale (epilimnio), anossia e produzione di nutrienti nello strato profondo (ipolimnio) (fig. 3). Si è inoltre notato un fenomeno tipico degli ambienti distrofici e cioè la crescita lussureggiante di Cianofitee (specie fitoplanctoniche dette anche alghe verdi-blu) nella tarda estate. (Fig. 4). Infine lo squilibrio biologico è stato ulteriormente confermato dalla scarsa varietà di specie zooplanctoniche, dalla estrema povertà di forme bentoniche viventi e per quanto riguarda la fauna ittica dalla scarsità di specie planctofaghe e dall'abbondanza di specie onnivore e detritivore.

Questa situazione richiede degli interventi urgenti tra cui sono prioritari quelli volti da un lato a regolare il regime idraulico per evitare le esondazioni e dall'altro lato a ridurre lo stato di eutrofizzazione.

In base ai rilevamenti effettuati è emerso che, per evitare le esondazioni durante gli eventi meteorici di punta, appare necessario che il deflusso all'imboccatura del canale emissario sia regolato da opere di imbrigliamento raccordate indicativamente alla isoipsa dei 225 mslm e da uno sbarramento di larghezza opportuna, la cui altezza potrebbe essere dimensionata in modo tale da consentire l'invasamento di una maggior quantità di acqua (da prime valutazioni si potrebbero invasare 250.000-500.000 m³ senza arrecare danni) che potrebbe essere utilizzata in agricoltura a fini irrigui nei periodi di siccità (fig. 5); il canale emissario inoltre dovrebbe avere una sezione tale da consentire lo smaltimento di una portata massima di 15 m³/s. (in fig. 6 viene illustrata una delle possibili sezioni di cui oltre alle dimensioni si forniscono i dati relativi alla scala delle portate in funzione della velocità raggiunta e dell'altezza dell'acqua nel canale per intervalli di 10 cm.)

Per fornire indicazioni operative per la soluzione del problema dell'eutrofizzazione è stato impiegato uno strumento di simulazione ambientale, calibrato coi dati sperimentali, per simulare l'andamento dei parametri trofici a seguito di diverse alternative di intervento. Il modello trofico simula cioè l'andamento temporale dei diversi parametri connessi al trofismo dei laghi in un certo numero di elementi di volume nei quali i due laghi sono stati suddivisi. In questo caso, in considerazione della stratificazione termica che si instaura nel periodo estivo, ogni lago è stato suddiviso in due elementi di volume (box) sovrapposti illustrati in fig. 7 in cui sono schematizzati anche i processi di scambio fra le varie boxes ed il fondo.

Per ridurre il grado di eutrofizzazione delle acque si sono fatte diverse ipotesi di intervento e per ognuna di queste si sono simulati gli effetti indotti sul trofismo dei laghi con particolare riguardo alla concentrazione dell'ossigeno disciolto negli strati profondi. Ci si è posti cioè l'obiettivo di individuare quelle soluzioni in grado di mantenere nelle acque profonde dei laghi, nei periodi critici, una concentrazione di ossigeno tale da consentire i processi vitali degli organismi viventi. Si sono pertanto ritenute valide quelle soluzioni che consentono di mantenere al di sopra del 40% di saturazione il contenuto di ossigeno disciolto nelle acque profonde. Questo limite deriva dalla soglia minima di concentrazione di ossigeno disciolto che non danneggia gli organismi acquatici e che si è fissata pari al 20% di saturazione a cui si è sommato l'errore stimato della simulazione.

Tra le soluzioni simulate ha mostrato una certa validità l'intervento di trattamento degli scarichi fino al secondo stadio (riduzione del BOD dell'80%) e sversamento dei reflui trattati nei laghi, abbinando, per il lago di S. Maria, l'intervento di ricambio dello strato profondo nel periodo estivo (fig. 8). Quest'ultimo intervento consiste nell'istallare, nel periodo di anossia dello strato profondo, cioè a 255 gg. dall'inizio della simulazione, delle pompe sommerse sul fondo del lago e pompare fuori dal sistema una quantità di acqua pari al volume invaso con la soluzione idraulica individuata; in questo modo si sostituirebbe l'acqua anossica e ricca di nutrienti dello strato profondo con l'acqua sovrasatura e povera di nutrienti dello strato superficiale.

Per ristabilire condizioni trofiche accettabili, cioè per risolvere in maniera definitiva il problema dell'eutrofizzazione, è risultato ideale l'intervento che prevede l'eliminazione del 60% del carico inquinante attualmente sversato nei laghi attraverso la depurazione fino al terzo stadio (abbattimento dei nutrienti) o il loro convogliamento a valle dei laghi o in un altro bacino; il rimanente 40% potrebbe essere riversato nel lago di Lago purchè siano rispettati i vincoli igienico-sanitari (fig.9).

Anche in questo caso l'invasamento della quantità d'acqua prevista appare utile perchè da un lato compenserebbe il minor apporto pari a ca. 110.000 m³ dovuto alla eliminazione del 60% degli scarichi, e dall'altro lato consentirebbe di fare ricorso, in casi di emergenza, al pompaggio dell'acqua di fondo del lago di S. Maria senza modificare l'attuale bilancio idrico; tali situazioni potrebbero verificarsi, nonostante la diversione degli scarichi, per cause contingenti, ad esempio per dilavamento dovuto a una pioggia abbondante e prolungata che avvenisse durante il periodo di maggiore stratificazione verticale dei laghi e dopo un lungo periodo di secca. (Per tale motivo si consiglia di istallare e mantenere in funzione una sonda per la misura automatica ed in continuo dell'ossigeno, nello strato profondo del lago di S. Maria).

Non porterebbe invece a miglioramenti apprezzabili, l'eliminazione degli apporti estivi dovuti al turismo ed il solo ricambio degli strati profondi dei laghi.

Non è stato considerato, tra gli interventi proponibili, quello che prevede l'insufflaggio d'aria negli strati profondi, in quanto esperienze precedenti hanno mostrato che tale intervento porterebbe a risultati scarsi o addirittura ad un peggioramento della situazione. L'insufflaggio provoca infatti una turbolenza verticale con conseguente ampliamento dello strato eufotico e quindi con un incremento della biomassa fitoplanctonica integrata sull'intera colonna d'acqua. Inoltre tale intervento, a differenza degli altri prospettati, non potrà mai risolvere definitivamente il problema dell'eutrofizzazione, in quanto non modifica il bilancio di massa dei diversi parametri trofici.

Non è stata neppure considerata la possibilità di drenare le acque di dilavamento dei terreni agricoli per evitare l'apporto dei fertilizzanti ai laghi, a causa della difficoltà di quantificare l'apporto in fertilizzanti delle acque di dilavamento e per la scarsa fattibilità di un'opera di drenaggio delle acque meteoriche sia per gli alti costi che per i danni paesaggistici che un'opera del genere comporterebbe; inoltre il tipo di colture agricole praticate nella zona richiedono lo spargimento dei fertilizzanti nella tarda primavera, cioè dopo il periodo delle piogge con coefficiente di deflusso elevato ed all'inizio della stagione secca.

Lo studio svolto non è certamente da considerarsi conclusivo essendo sicuramente perfezionabile, nè esamina tutti i problemi ambientali relativi ai laghi, alle zone interessate e le rispettive soluzioni. Non è cioè uno strumento per la gestione ottimale della risorsa idrica: esso fornisce solo indicazioni operative per la soluzione dei problemi più critici ed urgenti.

Nell'ottica di una gestione ottimale dei laghi si possono però formulare alcune considerazioni e raccomandazioni.

In particolare si dovrebbe valutare la fattibilità di un dragaggio dei laghi, soprattutto del lago di S. Maria, per liberare le sorgenti sotterranee e sfoltire la vegetazione sommersa; dovrebbe inoltre essere ripristinata la pratica dello sfalcio periodico della vegetazione perimetrale emergente.

Un'altra considerazione suggerita dai risultati ottenuti è che i laghi sembrano costituire un ambiente adatto, dopo gli interventi di risanamento, per praticarvi l'acquacoltura o perlomeno il ripopolamento mediante specie planctofaghe che usufruirebbero dell'abbondanza di plancton. Tale intervento potrebbe essere parzialmente vanificato dalla presenza di imbarcazioni a motore, che arrecherebbero un notevole disturbo alle popolazioni ittiche e alle operazioni di pesca. Al contrario non sembra che l'unione dei due laghi per adibirli a gare re-

miere possa arrecare dei danni all'ambiente acquatico; infatti il maggior scambio che si instaurerebbe fra i due bacini comporterebbe un certo peggioramento delle condizioni del lago di Lago ed un miglioramento di quello di S. Maria. In questo caso però, a parte la modificazione della morfologia naturale dei laghi, è necessario prendere in considerazione le indispensabili precauzioni di carattere naturalistico per evitare che le opere di sbancamento inducano nelle acque un livello di torbidità tale da costituire un pericolo per le specie presenti.

Comunque si suggerisce di dosare gli interventi con una certa gradualità, iniziando da quelli proposti in riferimento ai problemi di esondazione ed eutrofizzazione; in seguito e subordinatamente alla verifica degli effetti indotti, il piano di tutela potrebbe proseguire nelle forme che si riveleranno più opportune.

Antonio Isolati

Lo studio è stato eseguito da un gruppo di lavoro interdisciplinare coordinato dalla TECNECO e così costituito:

Antonio Isolati, Tecneco, Capo progetto

Rilevamenti chimici, fisici, biologici e idrometrici

Simonetta Alfassio Grimaldi, Tecneco

Antonio Isolati, Tecneco

Mirto Matteucci, Tecneco

Simulazione modellistica

Bruno Cescon, Tecneco

Antonio Isolati, Tecneco

Renzo Lupini, Sogesta

Piero Malguzzi, Sogesta

Analisi di Fitoplancton

Giampaolo Salmoiraghi, Università di Bologna

Analisi di Zooplancton

Corrado Piccinetti, Università di Bologna

Analisi di Macrobentons

Giovanni Pagotto, Università di Padova

Indagine sul popolamento ittico

Corrado Piccinetti, Università di Bologna

NOTE

- 1) Si è cercato per quanto possibile, data la complessità dei problemi, di rendere l'esposizione accessibile anche a quanti non hanno una specifica esperienza nel campo della ricerca ambientale. Per gli specialisti si rimanda invece al rapporto tecnico disponibile presso la Comunità Montana delle Prealpi Trevigiane.
- 2) Viene indicata col termine di eutrofizzazione tutta una serie di processi a catena che prendono l'avvio da un eccessivo apporto delle cosiddette sostanze nutrienti, in particolare dei composti del fosforo e dell'azoto, che provocano un rapido accrescimento delle alghe. In talune situazioni-limite, alla crescita eccessiva delle alghe fa seguito una loro rapida mortalità. In fase di decomposizione la biomassa algale consuma l'ossigeno disciolto nell'acqua, giungendo in certi casi ad un suo consumo totale con conseguenti morie talora imponenti di pesci, molluschi ed altri organismi viventi dovute ad asfissia.
- 3) Si definisce stratificazione termica quel processo, che avviene nel periodo estivo, attraverso il quale le acque dei laghi vengono ad essere divise in tre porzioni: una porzione superiore più calda, l'*epilimnio*; una più fredda e più profonda, l'*ipolimnio*; una porzione, costituita da uno strato di modesto spessore, che separa l'*epilimnio* dall'*ipolimnio* ed in cui si ha una brusca variazione di temperatura, il *termocline* o *metalimnio*.

BIBLIOGRAFIA

- Zanoli G., *Idrologia del circondario di Vittorio Veneto*, 1904.
- Ridomi A., *I laghi, Revine Lago*, monografia edita a cura dell'Amministrazione di Revine lago.
- Cescon B., De Angelis U., Iovenitti L., Isolati A. and Alfassio Grimaldi S. *The calibration of a trophic model of the Venice Lagoon*. International Seminar on "Modelling and Simulation of Ecological Processes", C.C.R. Ispra, 1-5 October 1979.
- Veneto Piano Coop. S.r.l., *Studio idrologico per l'approvvigionamento idrico del Comune di Revine Lago (Tv)*, 1978.
- Lorenzen M. and Mitchell R., *Theoretical effect of artificial destratification on algal production in impoundments*. Environmental Science & Technology. Vol. 7, n. 10, 939-944, 1973.

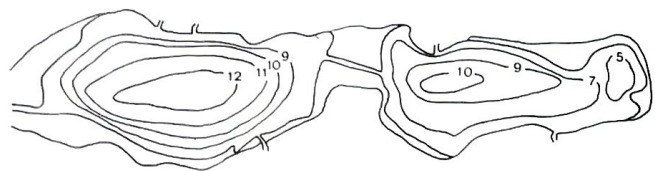


Fig. 1A: Batimetria dei laghi rilevata da Zaniol nel 1904.

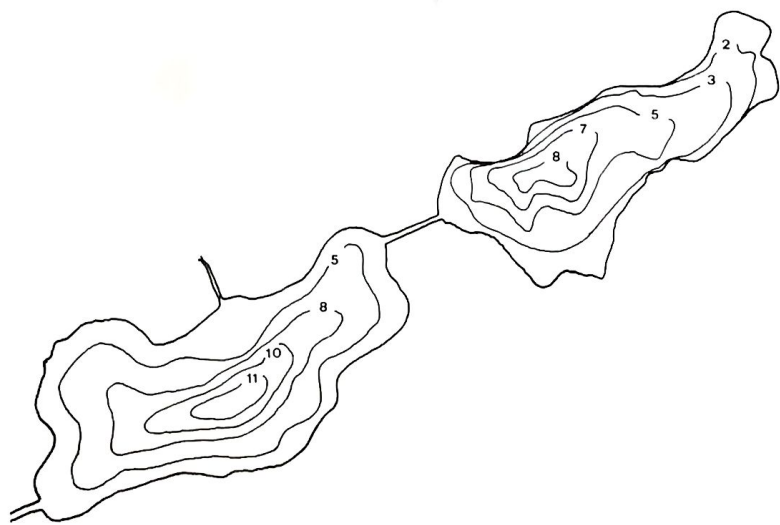


Fig. 1B: Batimetria dei laghi rilevata nel corso del presente studio.

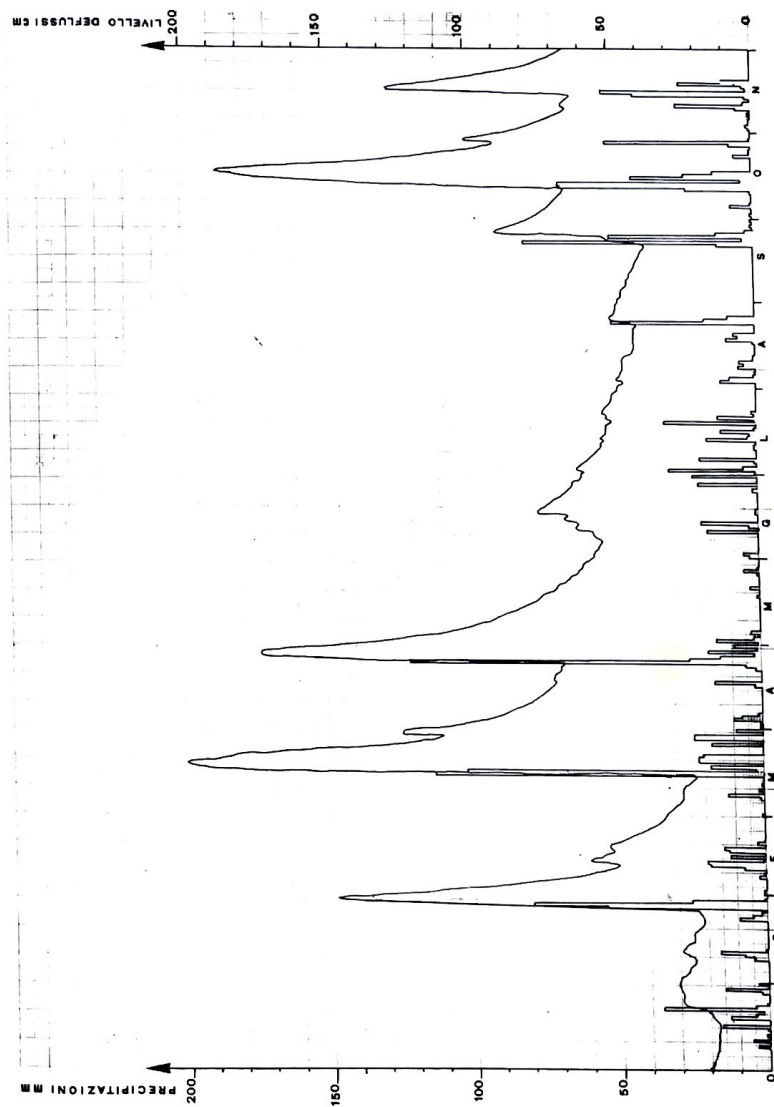


Fig. 2: Andamento delle precipitazioni (istogramma) e dei livelli di deflusso (linea continua) rilevati nel corso dello studio.

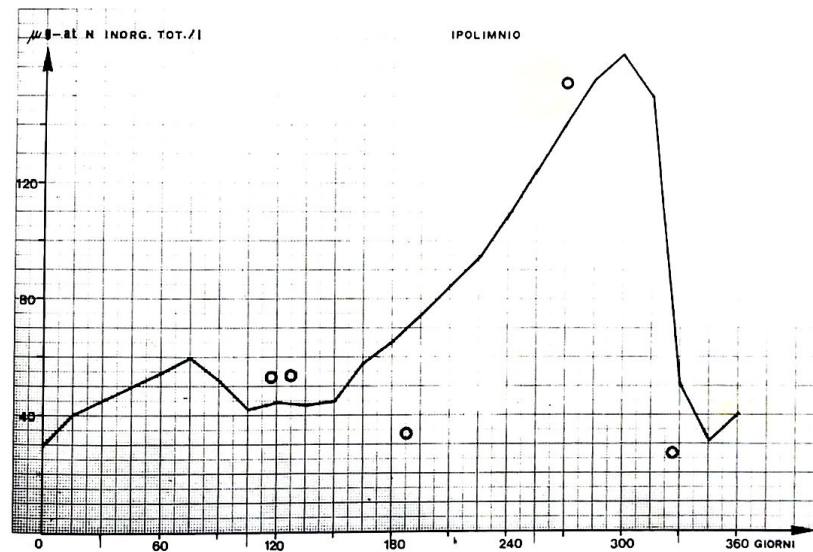
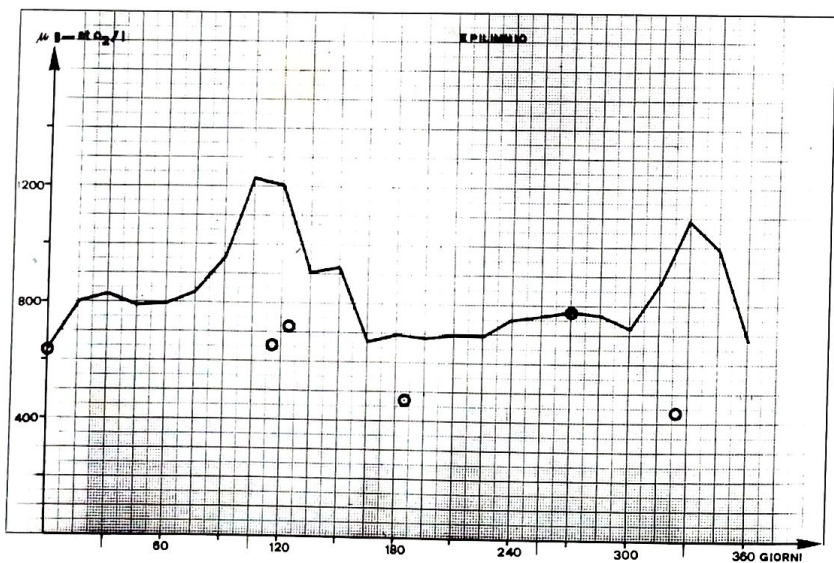
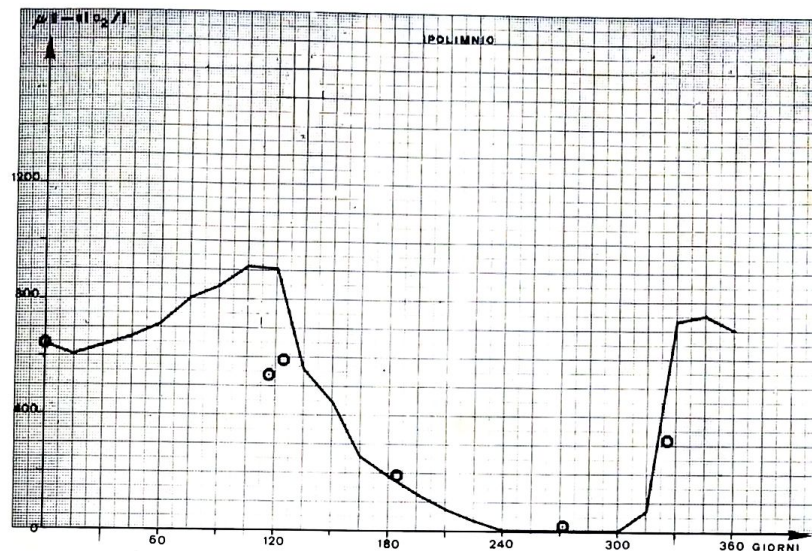
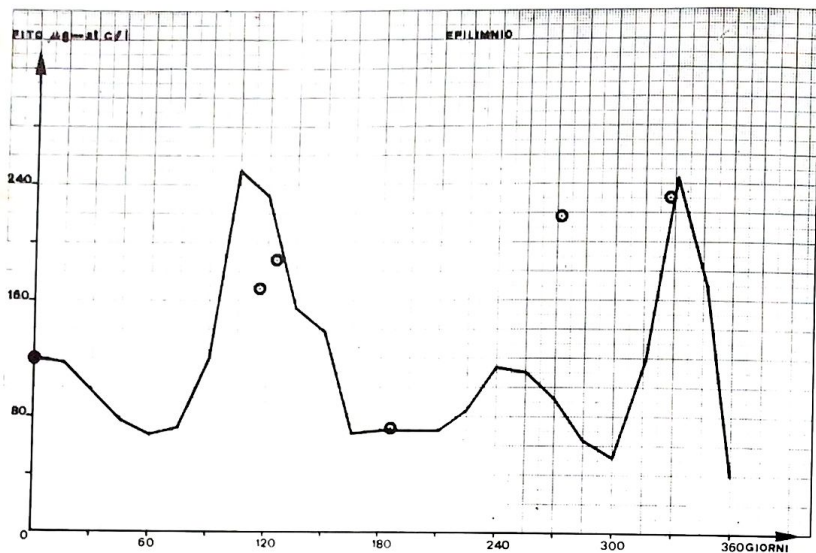
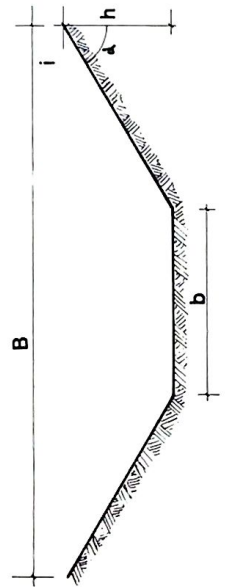


Fig. 3.A: Valori sperimentali (cerchi) e andamento simulato (linea continua) del fitoplacton e dell'ossigeno disciolto nell'epilimnio del lago di S. Maria. Inizio dei prelievi e della simulazione il 24 novembre 1978.

Fig. 3.B: Valori sperimentali (cerchi) e andamento simulato (linea continua) dell'ossigeno disciolto e dell'azoto inorganico totale nell'ipolimnio del lago di S. Maria.



SEZ. 1 in terra

B 12 m
 b 4 " "
 h 2,3 " "
 α 60°
 Pendenza % 0,5

INPUT

m 4
 m 2,3
 Pendenza % 0,0005
 K Scabrosità 30
 n° Intervalli 23
 Tangente α 1,73

Fig. 6: Esempio di sezione del canale emissario per lo smaltimento delle portate massime (15 m³/s.) con i dati relativi alla scala delle portate in funzione della velocità raggiunta e dell'altezza nel canale per intervalli di 10 cm.

OUT PUT

0.3000	1.0000	1.7000
0.3711	3.0779	8.3998
1.3557	5.7300	11.7997
0.2700	0.5400	0.7100
0.4000	1.1000	1.8000
0.6075	3.6699	9.3958
1.8768	6.4933	12.8052
0.3200	0.5700	0.7300
0.5000	1.2000	1.9000
0.8940	4.3160	10.4545
2.4325	7.2912	13.3453
0.3700	0.5900	0.7600
0.6000	1.3000	2.0000
1.2300	5.0174	11.5772
3.0228	8.1237	14.9200
0.4100	0.6200	0.7800
0.7000	1.4000	2.1000
1.6158	5.7752	12.7650
3.6477	8.9908	16.0293
0.4400	0.6400	0.8000
0.8000	1.5000	2.2000
2.0519	6.5907	14.0493
4.3072	9.8925	17.1732
0.4800	0.6700	0.8200
0.9000	1.6000	2.3000
2.5389	7.4652	15.3413
5.0013	10.8288	18.3517
0.2100	0.5100	0.6300

Q m³/sec.
 V m/sec.

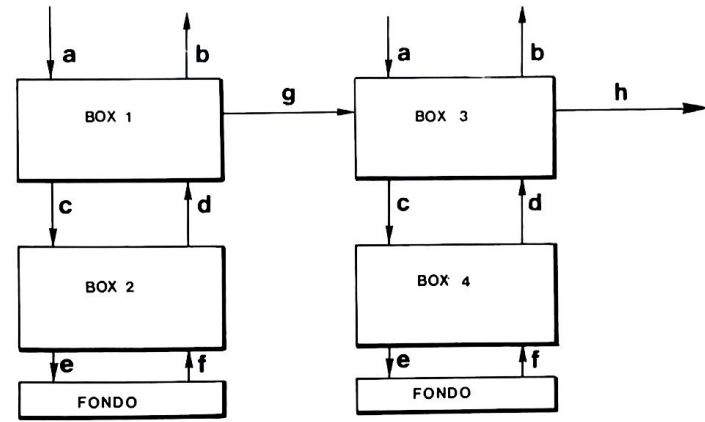
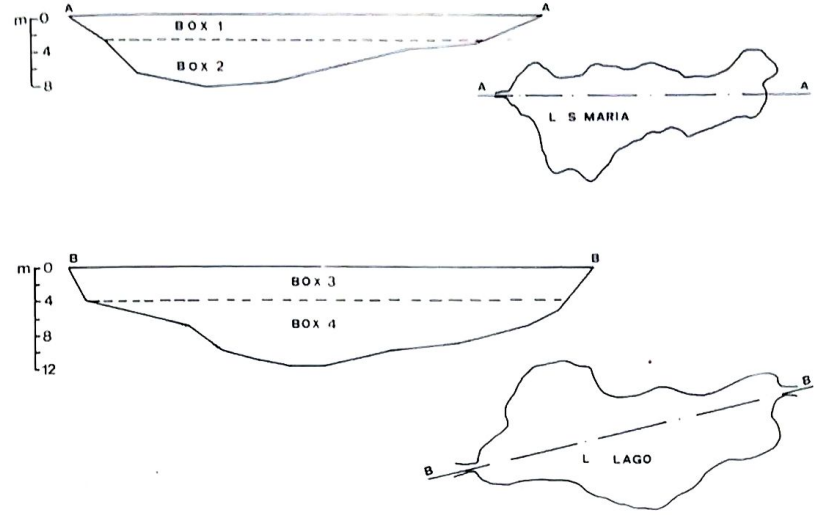


Fig. 7: Elementi di volume (boxes) in cui sono stati suddivisi i laghi e schematizzazione dei processi di scambio fra le varie boxes ed il fondo: a = acqua, nutrienti, detriti, ossigeno; b = ossigeno; c = detriti (per sedimentazione e diffusione), nutrienti, ossigeno (per diffusione); d = detriti, nutrienti, ossigeno (per diffusione); e = detriti, ossigeno; f = nutrienti; g = acqua, ossigeno, nutrienti, detriti; h = acqua, ossigeno, nutrienti, detriti.

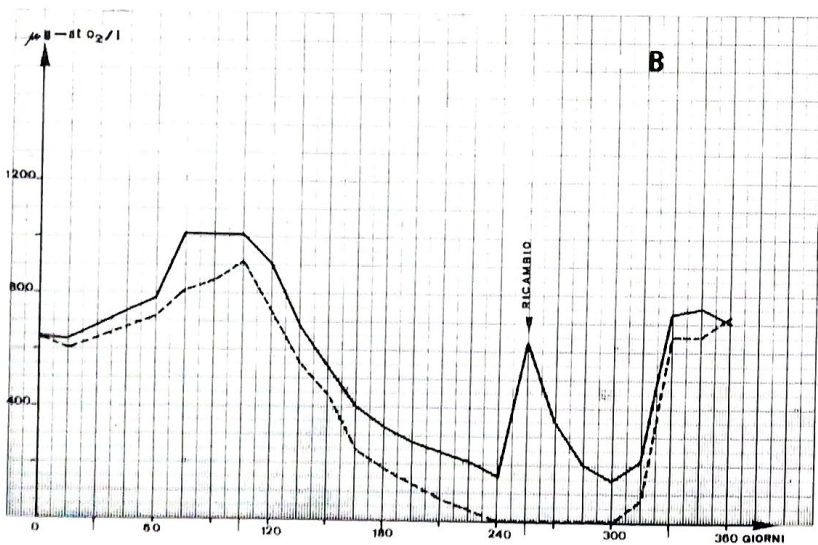
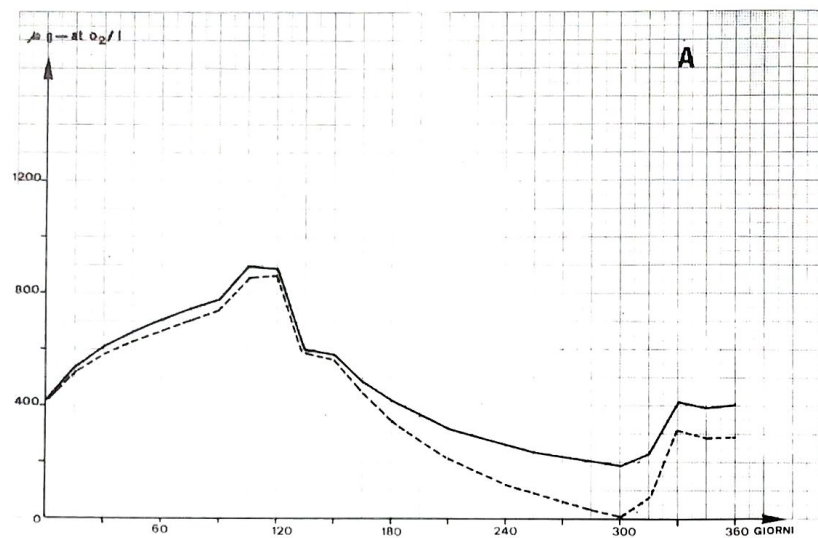


Fig. 8: Effetti indotti sull'andamento dell'ossigeno disciolto (linea continua) rispetto allo stato attuale (linea tratteggiata) dell'intervento di trattamento degli scarichi fino al secondo stadio con l'abbattimento dell'80% del BOD, nell'ipolimnio del lago di Lago (A) e nell'ipolimnio del lago di S. Maria (B) abbinando in quest'ultimo caso l'intervento di ricambio dello strato profondo del periodo di anossia mediante l'installazione di pompe sommerse.

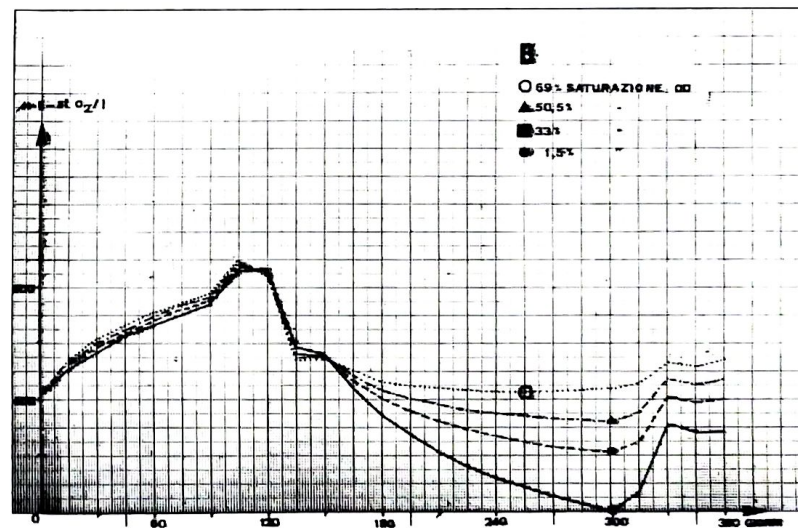
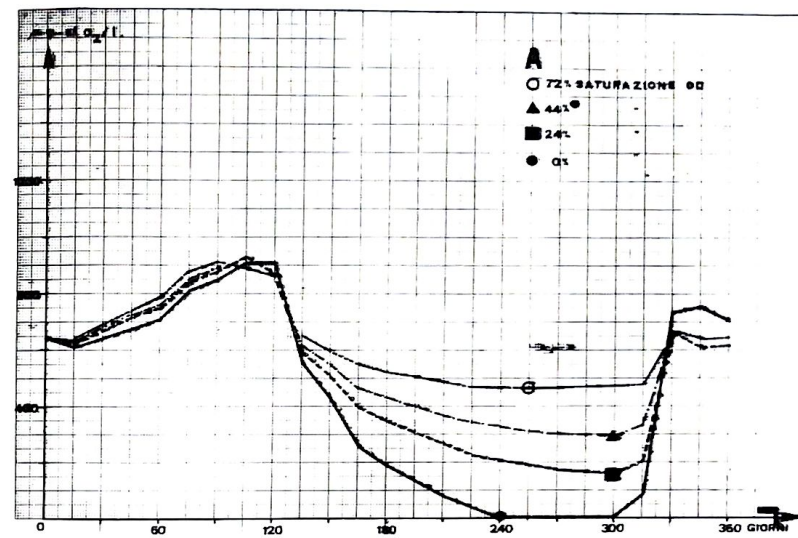


Fig. 9: Effetti indotti sull'andamento dell'ossigeno disciolto dall'intervento di eliminazione del 40% degli scarichi (linea tratteggiata), del 60% (linea punto-tratteggiata) e dell'80% (linea punteggiata) rispetto alla situazione attuale (linea continua) nell'ipolimnio del lago di S. Maria (A) e nell'ipolimnio del lago di Lago (B). Sono indicati inoltre i valori minimi del % di saturazione dell'ossigeno disciolto che si raggiungono con questo tipo di intervento.