STUDIO ECOLOGICO DELL'INVASO DI OCCHITO

L'Ente Autonomo Acquedotto Pugliese, già concessionario della Cassa per il Mezzogiorno e finanziatore della perizia 14/59 sullo "Studio ecologico dell'invaso di Occhito" sul Fortore – affidato alla SNAMPROGETTI S.p.A. –, ha trasmesso or non è molto lo studio in questione agli Enti e agli Uffici interessati ad un'operazione siffatta, e anche al Consorzio per la bonifica della Capitanata da considerare – a buon diritto – l'autore del "Complesso Fortore". Il quale, come noto, tiene l'invaso di Occhito.

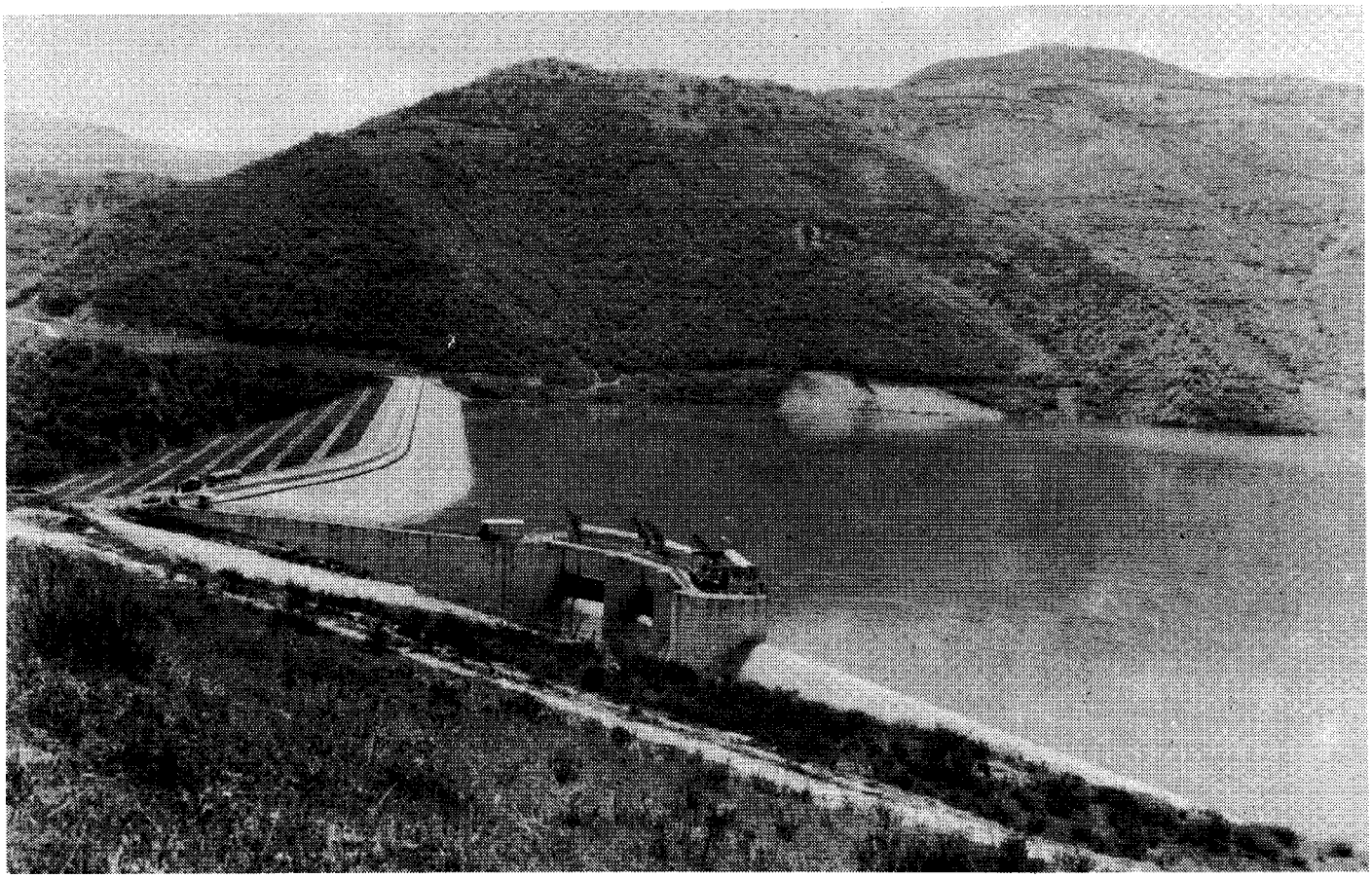
Pubblichiamo per tanto la perizia, escludendo qualche parte marginale.

Di qui il ringraziamento all'E.A.A.P. e al suo presidente, dottor Emilio LAGROTTA, che – commissionando lo studio ecologico dell'invaso di Occhito alla Snamprogetti *– ha inteso informare il suo e gli altri Enti interessati al fattore acqua sulle capacità dell'invaso di Occhito di metabolizzare i carichi inquinanti.*

Mette conto precisare che il nostro intento esula dalle modificazioni che Enti e Uffici, compreso il Consorzio di bonifica della Capitanata, vorranno apportare allo studio di base, bisognevole per altro d'un aggiornamento permanente ad opera di uno staff *adatto a una operazione del genere:* "bonifica" *intende soltanto far da tramite. Purché il materiale, gli spunti ideativi e le ipotesi come teorie, provengano da Enti e Uffici interessati al particolare fine cui si vuole pervenire. Detto in breve, non vorremmo che subentrassero gli ingenerosi deformatori della materia, disinteressati al problema, e volti al proprio tornaconto. Vorremmo pure che gli aggiornamenti non disattendessero i criteri metodologici, appropriati, usati dalla Snamprogetti nell'economia del lavoro.*

A margine di questa doverosa precisazione, si riportano le notizie sulla struttura del "Complesso Fortore" e sull'attuale utilizzazione dell'acqua di Occhito.

S.C.



La diga di Occhito.

Galleria Occhito – Finocchito: Finestra n. 3 – "Canale don Nicola" – Interno della galleria con montaggio delle casseforme metalliche per il getto per la muratura.

COMPLESSO IRRIGUO FORTORE

Il serbatoio di Occhito sul fiume Fortore fa parte del complesso degli impianti per l'irrigazione di una vasta superficie del Comprensorio del Consorzio di bonifica della Capitanata.

La superficie dominata da tali impianti è di 140 mila ettari, quella irrigabile di 70.000.

Il serbatoio ha una capacità totale di 333 milioni di metri cubi di cui 250 milioni utili. Il bacino imbrifero sotteso dalla stretta di Occhito è di 1.012 chilometri quadrati.

La diga di sbarramento è situata in corrispondenza della stretta di Occhito dove l'alveo del Fortore, dopo aver attraversato terreni prevalentemente argillosi, si restringe bruscamente per la presenza di una formazione geologica, attribuibile al Miocene, costituita da una serie di strati di calcari marnosi alternati a strati di marne e di argille marnose, aventi pendenza di 55°÷70° verso monte. Tale formazione, incisa dalle acque del fiume, è coperta, in corrispondenza dell'alveo attuale avente quota di circa m 142, da un materasso alluvionale di spessore variabile da 8÷10 metri in sponda sinistra a oltre 20 metri in sponda destra. La stretta risulta sensibilmente asimmetrica: la sponda destra ha infatti una inclinazione quasi uniforme, di circa 45°, mentre la sponda sinistra, a pendio più dolce, presenta un ripiano a quota 175 circa, corrispondente probabilmente a un più antico livello dell'alveo.

La diga è del tipo in materiali sciolti con nucleo centrale impermeabile. Essa ha altezza massima di circa 60 metri misurata dalla cresta (quota 200,40) al punto più basso delle fondazioni (quota 140,80). È lunga in cresta m 432, larga m 11; la pendenza dei paramenti è variabile da 0,465 a 0,282 per il paramento di monte e da 0,50 a 0,312 per quello di valle; la larghezza massima alla base è di circa 340 m. Il volume del manufatto supera i tre milioni di metri cubi.

L'asse della struttura è rettilineo per circa m 310 di lunghezza in sommità a partire dalla spalla destra e si raccorda alla spalla sinistra mediante un tratto circolare di circa m 80 di sviluppo, seguito da altro tratto rettilineo di m 45 di lunghezza in sommità.

La struttura ha i fianchi di materiale permeabile costituito da ghiaie e sabbie delle alluvioni fluviali e nucleo impermeabile costituito da limi e sabbie.

Il paramento a monte della diga è rivestito da blocchi di calcestruzzo appoggiati su materiale filtrante; il paramento di valle è rivestito da tappeto erboso. Il piede di valle è costituito da un muro d'unghia in calcestruzzo destinato a proteggere la diga da eventuali erosioni da parte delle acque provenienti dagli organi di scarico di cui appresso si dirà.

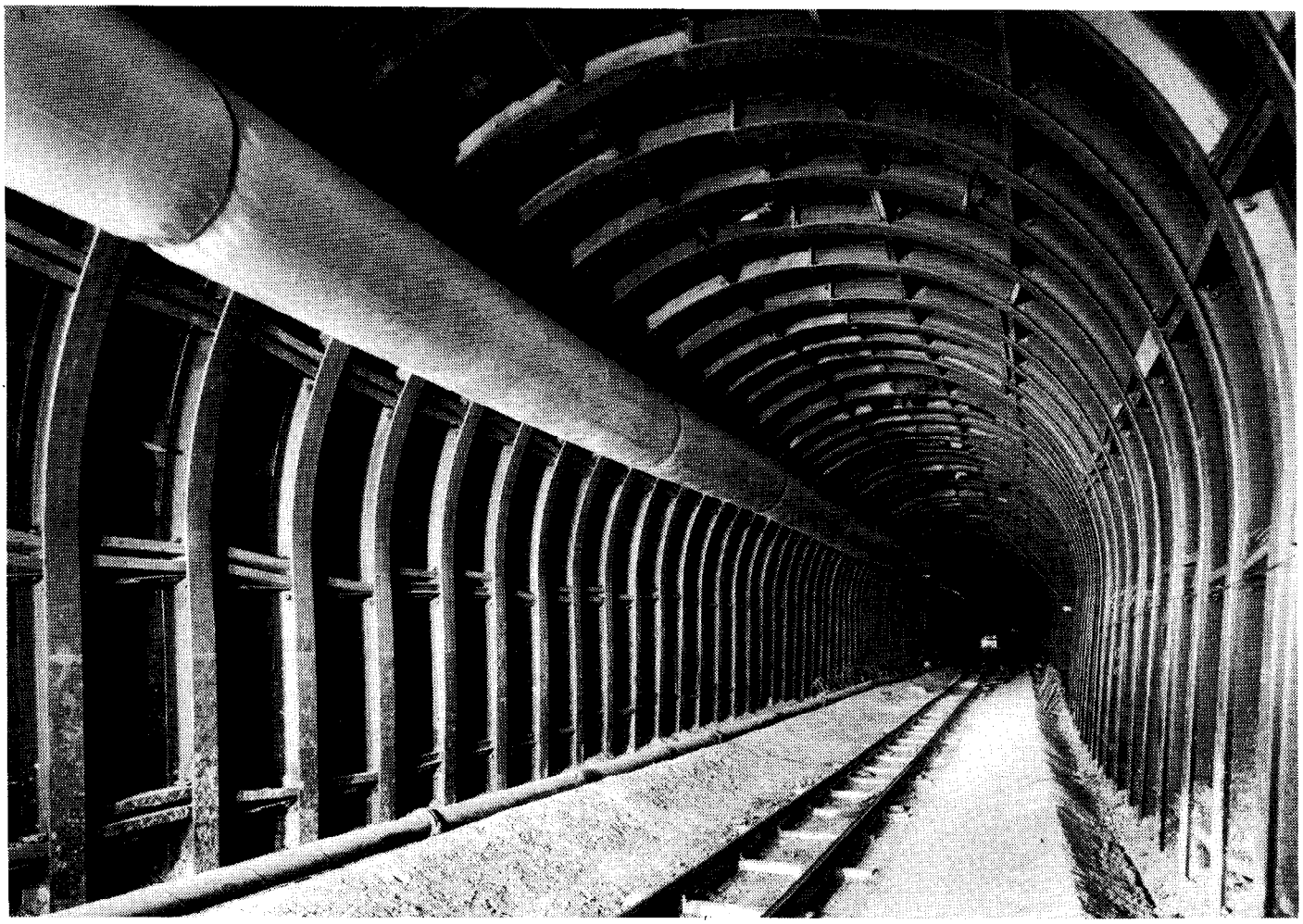
La tenuta delle fondazioni è assicurata da un diaframma in calcestruzzo cementizio gettato entro cavo scavato con mezzi meccanici e con l'ausilio di fanghi di bentonite; tale diaframma, attraversando il materasso alluvionale, raggiunge la sottostante formazione calcareo-marnosa, mentre nella parte superiore è attestato alla platea di un cunicolo orizzontale corrente a quota 150 all'interno del nucleo impermeabile. Il cunicolo risale, poi, lungo le spalle, sempre restando immerso nel nucleo, a costituire elemento di giunzione impermeabile tra nucleo e fianchi rocciosi. Un cunicolo a livello di accesso al cunicolo interno corre, sempre a quota 150, lungo la spalla destra con ingresso dal muro d'unghia di valle.

Uno schermo impermeabile – realizzato mediante cementazione della roccia – è saldato, lungo le spalle, ai due rami risalenti del cunicolo e, lungo la base, alla estremità inferiore del diaframma in calcestruzzo.

Mette conto riferire che le cave dei materiali sono state reperite a monte della diga. Per il nucleo impermeabile in sponda sinistra da una formazione di limi e sabbie che, in opera, hanno dato luogo, unitamente a ottime caratteristiche meccaniche, a un coefficiente di permeabilità non superiore a 10^{-8} cm/sec.

Per i materiali dei fianchi sono utilizzate le alluvioni ghiaioso-sabbiose di fondo valle che, in opera, presentano elevate caratteristiche meccaniche e idonea permeabilità.

Gli organi di scarico comprendono uno scaricatore di superficie, una galleria di scarico di fondo ed una galleria di scarico di fondo supplementare (ex derivazione). Lo scaricatore di superficie, ubicato in sponda sinistra, è costituito da una soglia sfiorante avente quota 195, della lunghezza di m 112,40 e da tre luci sfioranti, ciascuna della lunghezza di m 12,70, aventi soglia fissa a quota 192, munite di paratoie a ventola automatiche con ciglio a quota 195. Lo scaricatore di superficie comporta una portata di 2.100 mc/sec. La galleria di scarico di fondo, anche essa in sponda sinistra, è circolare del diametro interno di m 8,50, ha una lunghezza di m 370 circa, pendenza assiale di 0,0119 ed è munita di due valvole-paratoie delle dimensioni di m 4,30x5,00 a comando oleodinamico. La galleria, munita di prerivestimento e di rivestimento in calcestruzzo armato, è scavata attraverso la formazione calcareo-marnosa di cui si è detto, della quale è stata effettuata una accurata cementazione per migliorarne le caratteristiche meccaniche in vista delle notevoli sollecitazioni cui il rivestimento della galleria sarà assoggettato data l'entità del diametro e della pressione.



Galleria Occhito – Finocchito: un tratto ultimato di prerivestimento con travetti.

La galleria potrà smaltire una portata di 700 mc/sec.

La galleria di scarico di fondo supplementare è anch'essa circolare del diametro interno di m 3,20; ha una lunghezza di 306 m circa e scarica una portata di circa 4 mc/sec. Essa è rivestita in calcestruzzo armato.

La galleria di scarico di fondo e lo scaricatore di superficie, quest'ultimo attraverso un canale-scivolo della larghezza di m 31, convogliano le acque di scarico a un'ampia vasca di dissipazione della superficie di circa 4.000 mq munita di opportune strutture di smorzamento.

La galleria di scarico di fondo supplementare convoglia le acque di scarico in un canale a cielo aperto rivestito della lunghezza di 138 m circa e sfocia direttamente nell'alveo del Fortore. Tale scarico supplementare serve a regolare il livello del lago quando si devono scaricare portate limitate.

GALLERIA DI DERIVAZIONE OCCHITO-FINOCCHITO

La galleria di derivazione, in sponda destra, con soglia a quota 168, dopo un primo tratto in pressione, a sezione circolare, e dopo un manufatto di dissipazione del carico, assume sezione policentrica, del diametro medio di m 5, con funzionamento a canale. La sua lunghezza è di Km 16 circa e la sua portata di 30 mc/sec.

La galleria di scarico di fondo è munita di camera di manovra in sotterraneo cui si accede attraverso un pozzo circolare della profondità di circa 50 m.

L'opera di presa è stata ricavata sul lato destro della diga, con soglia a quota 168,50. Lo sbocco, tenuto conto della lunghezza - Km 15,940 - e della pendenza assegnata - m 0,85 a Km - ricade nella località Finocchito ove il livello idrico, in corrispondenza della massima portata di convogliamento stabilita in 30 mc/sec raggiunge la quota di m 153.

La galleria segue il tracciato che si sviluppa per 2/5 nel flysch miocenico con predominanza di calcari e marne, per 2/5 nelle argille varicolori, ovvero formazioni di argille verdastre a scaglie mioceniche e per un altro quinto sulle argille sabbioso plioceniche.

Il primo tratto di galleria, dall'imbocco alla progressiva 287, soggetto alle variazioni di pressione dovute alla escursione di livello di invaso e svaso del serbatoio, comporta una sezione circolare con diametro di m 4,00 e rivestimento in calcestruzzo armato di 60 cm di spessore.

A tale progressiva è costruito il dissipatore con valvole.

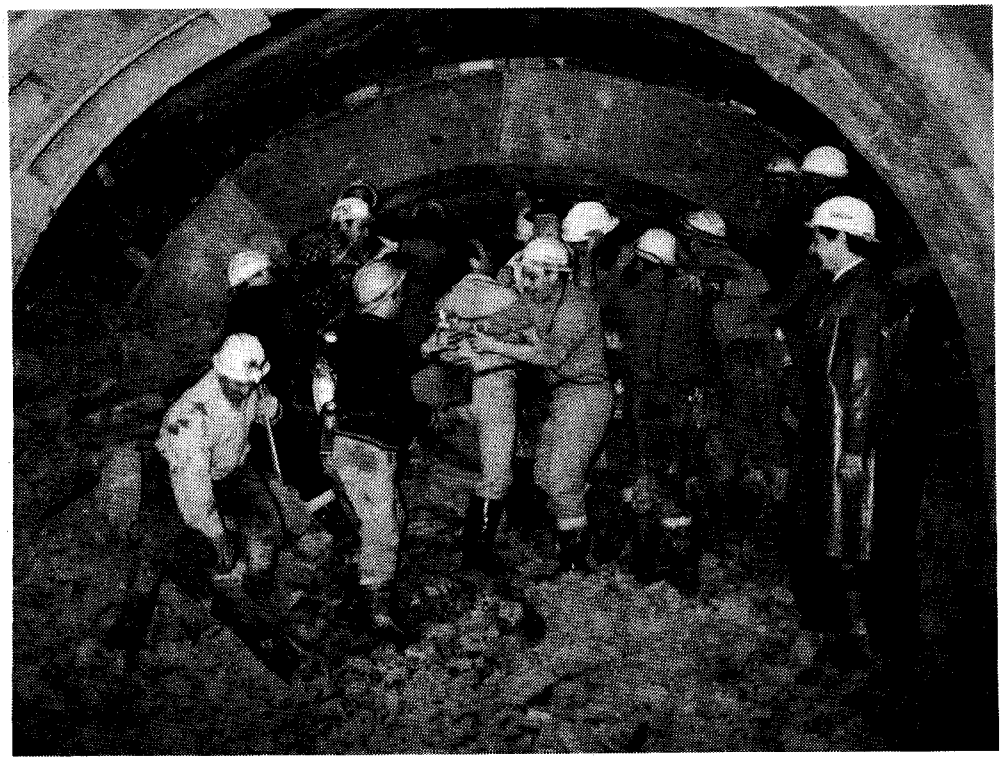
Per tanto a valle, le acque defluiscono a pelo libero. La sezione diventa, quindi, policentrica, di area libera di mq 13,94, e viene impegnata dalla sezione idrica con un franco di cm 82 rispetto alla quota di chiave dell'intradosso.

In corrispondenza dell'attraversamento del torrente Sente, la livelletta di pendenza taglia le due falde di sponda del torrente e un breve tratto del canale ricade a cielo aperto.

A ciò si aggiunge il ponte-canale, in cemento armato, della lunghezza di metri 252 poggiante su dieci pile e due spalle fondate su pali in cemento.

Oltre i due citati ponti di attacco creati per ragioni di quota, sono state ricavate tre finestre, le cui forme e dimensione, direzione, sono rimaste le stesse di quelle fissate per la galleria diretta, con la sola variazione di rendere piano l'estradosso dell'arco rovescio. Le murature di rivestimento sono state eseguite in calcestruzzo di cemento semplice ed armato e in blocchetti. Per assicurare la tenuta sono stati eseguiti intonaci di cemento incorporati per le strutture in calcestruzzo e riportati per quelle in blocchetti, nonché tratti giuntati o resinati. Nel tronco in pressione sono state eseguite iniezioni di miscele cementizie.

21 novembre 1970: l'on. avv. Giuseppe Di Vagno – all'epoca sottosegretario alla Cassa per il Mezzogiorno – fa brillare l'esplosivo per la caduta dell'ultimo diaframma di roccia della galleria Occhito – Finocchito. Gli sono accanto il dott. Gennaro Trisorio Liuzzi, presidente della Giunta regionale pugliese, il dott. agr. Giovanni Vitrani, commissario del Consorzio per la bonifica della Capitanata, l'ing. Domenico Santovito, direttore generale dell'Ente Irrigazione Puglia, Lucania e Molise e altre personalità del mondo tecnico e politico.



21 novembre 1970: si festeggia la caduta dell'ultimo diaframma di roccia della galleria Occhito – Finocchito.

LA SNAMPROGETTI E LO STUDIO ECOLOGICIO DELL'INVASO DEL FORTORE

CARATTERISTICHE GENERALI DEL SISTEMA STUDIATO

Lo studio dell'invaso di Occhito è stato realizzato, per incarico dell'Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese, con gli obiettivi principali di definire la condizione ambientale del corpo idrico, soprattutto in relazione agli usi cui è adibito, individuare la tipologia e l'entità di eventuali processi degradativi in atto e suggerire conseguentemente gli interventi di salvaguardia o di ripristino di condizioni di qualità compatibili con gli usi praticati.

In considerazione di tali obiettivi è stato deciso di programmare il piano di indagini in maniera parzialmente diversa da quella con cui vengono affrontate le ricerche a scopo puramente scientifico, cercando cioè di pervenire ad una conoscenza dei principali fattori e processi che determinano la situazione ambientale e all'individuazione delle forme di intervento più opportune, anzichè privilegiare alcuni aspetti puramente descrittivi, che vengono analizzati in dettaglio nell'ambito di una ricerca limnologica classica.

Nel seguito vengono riassunte le principali caratteristiche geo-morfologiche e idrologiche dell'area di studio.

Inquadramento geografico

L'area relativa al bacino idrografico del lago di Occhito è compresa nei fogli 154 - Larino, 162 - Campobasso, 163 - Lucera, 173 - Benevento e 174 - Ariano Irpino, a scala 1:100.000 dell'IGM. La superficie totale del bacino è di 1016 km^2.

Geologia

Se si escludono alcuni lembi di argille e marne calcaree affioranti in corrispondenza delle sorgenti del f. Fortore, fatte risalire al Cretaceo Superiore, il complesso delle principali formazioni geologiche affioranti nel bacino che gravita sul lago di Occhito ha un'età che va dal Paleogene fino al Quaternario.

In particolare il bacino si sviluppa, nella sua parte marginale occidentale più alta, subito a ridosso del bordo esterno carbonatico dell'Appennino Meridionale e precisamente interessando in minima parte la cosiddetta "facies di transizione" caratterizzata da formazioni detritico selciose e globalmente la "facies molisana distale" rappresentata da sedimenti prevalentemente terrigeni della depressione molisano-sannitica.

I rapporti tra i vari complessi litostratigrafici affioranti nel bacino sono poco chiari, con posizioni stratigrafiche non ben definite, eteropie laterali, contatti tettonici e scivolamenti intraformazionali.

La stratigrafia delle principali unità formazionali, pur con le limitazioni sopra accennate, può essere così schematizzata.

Argille varicolori (Oligocene). Affioranti sia a sud nell'alto medio bacino del f. Fortore ed in prossimità di S. Elia a Pianisi, nel sottobacino del f. Tappino, rappresentano un litotipo molto comune presente anche in lembi sparsi.

Unità flyscioidi: arenaceo-calcaree, calcarenitico-marnose, calcareo-sabbiose e marnoso-calcaree (Elveziano-Langhiano). Si osservano affioramenti sparsi nei dintorni di Gildone, nel sottobacino del t. Cigno e nel sottobacino del f. Fortore (formazione della Daunia).

Unità arenaceo-marnose, argilloso-sabbiose, sabbioso-arenacee e conglomeratiche (Messiniano-Tortoniano). Queste unità sono presenti un po' dovunque sia sotto forma di affioramenti continui, sia in lembi sparsi.

Depositi fluvio-lacustri, alluvioni terrazzate, paleoalvei e alluvioni recenti (Quaternario). Presenti in piccoli lembi (depositi fluvio-lacustri) e nei fondovalle rappresentano i processi di sedimentazione più recente o tuttora in atto.

Morfologia e idrogeologia

Il motivo morfologico relativo al bacino del lago di Occhito, funzione dei diversi litotipi presenti e della tettogenesi che ha dislocato le varie unità litostratigrafiche alterandone i rapporti originali, è caratterizzato da una morfologia mista: dolce e ondulata in corrispondenza dei sedimenti terrigeni, più aspra dove affiorano rocce calcaree su sedimenti meno omogenei (come le argille varicolori) o in corrispondenza di successioni litologiche di facies coerenti o semicoerenti inglobanti arenarie massive (zona di Riccia).

Un secondo aspetto che caratterizza l'evoluzione morfologica del bacino è rappresentato dai numerosi fenomeni di franamento sia a causa delle rapide variazioni verticali e orizzontali di rocce coerenti e semicoerenti, che favoriscono l'erosione differenziata con distacchi e cedimenti, che per le caratteristiche litologiche intrinseche con fenomeni di colamento gravitativo (argille varicolori) e scivolamenti (formazione della Daunia). Infine i versanti a prevalente componente marnosa, sono minutamente incisi da calanchi.

L'elevata erodibilità dei principali litotipi presenti mette in contrasto con le forme morfologiche dolci la rete idrografica superficiale, che si presenta diffusa e ramificata con linee di impluvio a forte pendenza.

La scarsità e discontinuità di affioramenti permeabili danno origine a risorgenze idriche molto limitate e soggette a esaurimento quasi totale durante i periodi siccitosi.

L'invaso di Occhito è alimentato da tre corsi d'acqua principali: il f. Fortore, il f. Tappino ed il t. Cigno e da torrentelli secondari. Il f. Fortore, che prende origine dal M. Vento (1050 m s.l.m.) e dal monte della Difesa S. Luca (981 m s.l.m.), fino alla immissione nel lago di Occhito mantiene una direzione S-SE/N-NO. I primi affluenti sia in destra che in sinistra provenienti da quote intorno ai 1000 m s.l.m. sono molto brevi e con sottobacini molto ridotti. In particolare in destra si può citare il t. Catola che si immette nel f. Fortore subito a monte del ponte Trediciarchi. Questo torrente, quando il lago di Occhito raggiunge i massimi livelli, diventa un immissario diretto. In sinistra gli unici affluenti di una certa consistenza sono il t. Cervaro e il Teverone.

L'alveo del fiume Fortore si presenta mediamente inciso con tratti rettilinei meandranti all'interno di un letto alluvionale con larghezza oscillante dai 30 ai 150 metri.

Proprio in corrispondenza dell'immissione nel lago del Fortore, con provenienza da Ovest si immette il t. Tappino, che presenta un bacino imbrifero superiore a quello dello stesso f. Fortore (considerando i punti di immissione nel lago).

Questo torrente, che proviene dai rilievi adiacenti alla città di Campobasso, durante il suo percorso riceve gli apporti di numerosi affluenti: in sinistra il t. Ruviato e il t. Fiumarello, in destra dopo il t. S. Nicola, che nasce dal Colle Ciglia (912 m s.l.m.), riceve il t. Carapello, il t. Succida e il t. Fezzano.

Il terzo corso d'acqua, il t. Cigno, si immette nel lago, in sinistra, a monte dello sbarramento. Proveniente da Nord riceve tutti gli apporti delle vallate circostanti S. Elia a Pianisi. Gli altri piccoli affluenti, che vengono inglobati nel bacino diretto del lago di Occhito, sono: a sinistra il t. Celone, in destra il t. S. Pietro ed il t. Madattola.

La bassa o nulla permeabilità dei litotipi presenti determina, insieme alla mancanza di risorgive esistenti, il carattere torrentizio dei corsi d'acqua superficiali. Infatti, se si escludono i tre immissari che mantengono un minimo deflusso anche nei periodi estivi, gli altri dipendono direttamente dall'andamento atmosferico, alternando lunghi periodi di secca a brevi periodi di piena.

Il lago di Occhito ha attualmente una quota di massimo invaso di 194.1 m s.l.m. e un volume massimo di $278 \cdot 10^6$ m^3.

In tabella 1 sono riportati i volumi d'acqua entranti nel lago suddivisi per mese relativi al periodo settembre 84 - agosto 85, nonchè le portate medie mensili e le massime portate medie giornaliere nel mese.

I dati sopra riportati sono stati ricavati elaborando i livelli giornalieri del lago (e quindi i rispettivi volumi) le portate di deflusso giornaliero (sfiorate o scaricate dal lago). (v. tabella 2).

I valori storici degli affluenti globali e per stagione (1923-53) vengono riportati, per confronto, in tabella 3.

L'anno di indagini, (afflusso = $226.1 \cdot 10^6$ m^3), può essere considerato come un periodo di portata leggermente inferiore alla media.

Sempre per un confronto, vengono riportati in tabella 4 i valori dei livelli medi mensili del lago dal 1971 al 1984.

METODOLOGIA

L'indagine sperimentale sull'invaso di Occhito è stata sviluppata dal 12 settembre 1984 al 30 agosto 1985. La metodologia generale impiegata è stata la seguente:

Rilevamento batimetrico

Le misure batimetriche sono state effettuate mediante ecoscandaglio ATLAS-DESO 10 installato a bordo del natante. Per il posizionamento del natante è stato impiegato un teodolite elettronico T 2000 WILD e un distanziometro mod. D5 con registratore dati GRE-3-WILD. I rilievi realizzati sono stati agganciati alle osservazioni azimutali esistenti e agli elementi in comune con una carta altimetrica (in scala 1:5000) messa a punto nel 1959 a cura del Ministero LL.PP. (Servizio dighe).

Per l'aggancio sono stati impiegati 8 punti notevoli della diga e 4 del ponte 13 archi, situato all'estremo sud del lago presso la foce del fiume Fortore. La massima differenza grafica rilevata è stata di 8 mm (40 metri). L'altimetria e stata riferita a un caposaldo collocato presso la spalla destra della riva e alla quota del pelo libero al momento del rilievo (189.1 m s.l.m.).

Stima indiretta dei carichi inquinanti

Sono state prese in considerazione tutte le unità insediative e produttive e i suoli coltivati e incolti relativamente a tutti i comuni del bacino idrografico del lago di Occhito. I dati relativi agli abitanti residenti, agli insediamenti industriali (tipologia e numero di addetti) e all'uso del suolo sono stati ricavati dal censimento ISTAT (1981). Per i dati della zootecnia sono state interpellate le Associazioni degli allevatori delle 3 provincie.

Per la conversione in abitanti equivalenti industriali e zootecnici e per la corrispondente valutazione nei carichi di fosforo, azoto e sostanze organiche sono stati impiegati i fattori di conversione indicati nella scheda informativa del Ministero dell'Ambiente per la preparazione delle schede di richiesta di finanziamento con fondi F.I.O. 1985 (v. tabella 5).

Le informazioni relative agli impianti di trattamento esistenti sono state acquisite dai Piani regionali di risanamento delle acque e integrate contattando direttamente i Comuni interessati.

Tutti gli elementi conoscitivi raccolti sono stati raggruppati per sottobacino. Nel caso di comuni giacenti su bacini o sottobacini diversi il carico è stato ripartito in base al rapporto delle superfici; per il carico civile è stata considerata la posizione dei centri urbani rispetto al partiacque.

Misura delle portate e dei carichi inquinanti degli affluenti

Le misure delle portate e dei parametri di qualità alle foci dei fiumi (Tappino, Fortore e Cigno) sono state effettuate in corrispondenza di sezioni tarate in un totale di 16 situazioni + 10 di sola misura idrometrica. In tutte le tre sezioni è stata installata un'asta idrometrica a lettura diretta; inoltre, sul fiume Fortore è stato installato un idrometrografo, successivamente danneggiato dalle piene di dicembre, per cui si è proceduto con la sola lettura dell'asta graduata. Le misure di portata totale sono state verificate mediante un modello di serbatoio a partire dai dati di quota di pelo libero e di volume dell'invaso e dei prelievi e degli svasi forniti dal Consorzio di Bonifica della Capitanata e dall'E.A.A.P.

Caratterizzazione chimico-biologica dell'invaso

Nelle 3 stazioni riportate in figura 2 sono state realizzate, con diversa frequenza, le seguenti determinazioni:
frequenza mensile: temperatura; ossigeno disciolto; nitrati; nitriti; fosfati e fosforo totale; disco Secchi;
frequenza trimestrale: conducibilità; pH; azoto ammoniacale; pigmenti fotosintetici; produzione primaria; fitoplancton; zooplancton; benthos;
frequenza semestrale: alcalinità; cloruri; solfati; sodio; potassio; calcio; magnesio; cromo totale; rame; ferro; manganese; piombo; cadmio; mercurio; idrocarburi clorurati.

I metodi di campionamento e analisi sono stati i seguenti:
i campioni d'acqua sono stati raccolti mediante bottiglie di plastica tipo Nansen. Il benthos è stato campionato

con draga di Petersen (2 replicati per stazione) con superficie di 507 cm^2, setacciato con setaccio a maglie da 300 μm e fissato in formalina.

Il campionamento dello zooplancton è stato effettuato con pescate verticali, da varie profondità fino alla superficie, con retino a maglie da 80 μm, con fissaggio in formalina. Il conteggio del benthos e dello zooplancton è stato effettuato su sottocampioni contenenti almeno un centinaio di esemplari per i taxa meno abbondanti.

Il fitoplacton, campionato con bottiglia Nansen, è stato conservato in Lugol acetico e contato con repliche da 10 ml con microscopio a inversione.

La produzione primaria algale è stata misurata con il metodo del ^{14}C (Steeman Nielsen, 1952) con bottiglie chiare e scure incubate nel lago, per 4 ore, alla profondità di prelievo. I valori di produzione giornaliera sono stati estrapolati a partire da quelli sperimentali in base al rapporto tra la radiazione totale giornaliera e quella del periodo di esposizione.

In alcuni casi è stata misurata pure la produzione e la respirazione con il metodo dell'ossigeno, con esposizione di 24 ore.

I metodi analitici impiegati per i parametri chimici e chimico-fisici sono riportati in tabella 6.

Studio della diffusione di inquinanti nell'invaso

L'indagine sulla diffusione degli inquinanti nell'invaso è stata realizzata mediante l'analisi con natante in movimento dei seguenti parametri: pH, conducibilità, nitriti, ortofosfati, fosforo totale, torbidità, silicati e coliformi. Nel corso dei rilevamenti sono stati seguiti i tracciati indicati in figura 3 (campagna preliminare) e in figura 4.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Rilevamento batimetrico

Per la valutazione delle eventuali variazioni avvenute nel corso della fase operazionale dell'invaso si è tenuto conto anche delle curve altimetriche rilevate nella fase pre-operativa.

Alcune prove di calibrazione dell'ecoscandaglio sono state effettuate nelle stazioni 1, 2 e 3 (rif. figura 2) e Ao (rif. figura 4) mediante filo a piombo e con inclinometro in condizioni di lago assolutamente calmo (16 luglio 1985). Le misure hanno fornito i seguenti risultati (quota pelo libero = 189.1 m s.l.m.).

Stazione	Profondità (m) (ecoscandaglio)	Profondità (m) (filo a piombo)
Ao	2.6	2.5
1	13.0	13.2
2	29.5	29.8
3	37.0	36.7

Tuttavia, nell'effettuare tali valutazioni, è necessario tenere presente che, nel periodo intercorso tra i due rilevamenti (1959-1985) la strumentazione sperimentale ha ricevuto notevoli perfezionamenti tecnici per cui il grado di precisione degli strumenti attualmente disponibili è di gran lunga maggiore. Inoltre le curve altimetriche sono riportate con un passo di 5 metri, mentre per i rilevamenti batimetrici si può ammettere un errore massimo di 0.5 metri.

Nonostante la difficoltà di effettuare tali confronti si possono notare le seguenti caratteristiche:
mentre le quote rilevate in corrispondenza della sponda destra dell'invaso sono in buon accordo con quelle determinate nel 1959, la sponda sinistra sembra essere stata soggetta a un processo di interrimento talvolta notevole. Potrebbe non essere casuale il fatto che le zone di maggiore interrimento coincidono con quelle in cui è stata rilevata una maggiore torbidità soprattutto nei periodi di vento intenso (v. parag. *Indagine sulla dispersione degli inquinanti*); lo stesso piano basale, che in termini di estensione areale è nettamente prevalente, sembra avere subito mediamente un certo interrimento. Tale osservazione è visualizzata nella figura 6, ove, sono riportate le quote del cosiddetto "tall weg" (linea congiungente i punti di maggiore profondità). Si può rilevare che, mentre nella parte mediana

dell'invaso la profondità è rimasta pressochè costante, il processo di interrimento si accentua verso le estremità (foci del Tappino e del Fortore e zona antistante la diga). Ciò può essere dovuto anche alla prevalenza di venti con direzione all'incirca corrispondente all'asse longitudinale del lago. In base ai dati della figura 6 si può stimare una riduzione media della profondità di quasi 1 metro (94 cm), che corrisponderebbe a una perdita di volume invasabile di circa 12 milioni di m^3 (~4% del totale). Sembra che il trasporto solido dei fiumi non sia il maggiore responsabile dell'interrimento. Alcune misure effettuate individuano un rapporto solidi sospesi (mg/1)/torbidità (FTU) pari a 1.5. Per cui si può ammettere una concentrazione media in solidi sospesi nei fiumi di circa 150 mg/1 (v. paragr. *Indagine sperimentale sugli apporti inquinanti*) e una portata media annua di $230 \cdot 10^6$ m^3, che conduce a una stima di circa 40.000 tonnellate introdotte annualmente nell'invaso e ivi sedimentate quasi totalmente, data la bassa torbidità delle acque in uscita. Pertanto l'innalzamento medio del fondale imputabile al trasporto solido dei fiumi sarebbe di soli 3-4 mm/anno (~ 10% di quello rilevato).

Pertanto sarebbe opportuno valutare con maggiore approfondimento il fenomeno di erosione costiera e della stabilità dei versanti, ferme restando le precauzioni necessarie nel porre a confronto le due serie di dati. Tuttavia, in base alle informazioni relative ad altri invasi (Petts, 1984) una perdita di capacità d'invaso di circa 0.2%/anno sembra essere, in generale, accettabile e inferiore alla media riscontrata in bacini simili.

Stima indiretta dei carichi inquinanti

Gli elementi territoriali per la valutazione dei carichi inquinanti suddivisi per comune e per sottobacino sono riportati nelle tabelle 7 e 8. Per ciascun comune viene riportata la sola quota influente sul bacino o sottobacino. In tabella 9 è riportata la stima dei carichi inquinanti abbattuti mediante gli impianti di trattamento esistenti, in considerazione del tipo di impianto (I = trattamento primario, II = trattamento biologico, III = trattamento mediante terzo stadio).

Infine, in tabella 10, viene riportato il quadro riassuntivo dei carichi teorici. In particolare il carico teorico del fosforo totale risulta essere di 101.5 tonnellate/anno.

Come si potrà desumere dal paragr. *Indagine sperimentale sugli apporti inquinanti*, relativo ai rilevamenti sperimentali, tale carico risulta sovrastimato in diversa misura per i diversi sottobacini probabilmente a causa della non conservatività dell'elemento, che è soggetto a processi di biogeochimici decadimento sia lungo i corsi d'acqua sia, successivamente, nello stesso invaso.

Gli insediamenti presenti nel bacino del fiume Tappino risultano essere i maggiori responsabili delle condizioni di qualità dell'invaso, contribuendo per il 50% circa dell'apporto complessivo di sostanze nutritive potenzialmente biostimolanti la crescita algale.

Indagine sperimentale sugli apporti inquinanti

In figura 7 sono riportati gli andamenti delle portate medie mensili dei principali corsi d'acqua affluenti nell'invaso e quella (stimata) del bacino scolante direttamente nel lago.

Il volume medio dell'invaso durante l'anno è stato di $217.4 \cdot 10^6$ m^3.

Pertanto il tempo di ricambio medio, riferito al periodo di indagine, risulta pari a 0.96 anni.

Le portate medie dei corsi d'acqua sono state di 3.16 m^3/s per il Tappino, 2.61 m^3/s per il sistema Fortore-La Catola e 0.62 per il Cigno. Tali risultati sono in discreto accordo con i dati storici riportati nello studio idrologico precedente la realizzazione dell'invaso, che indicano una portata media di 0.721 m^3/s per il Cigno e di 2.58 m^3/s per il Tappino in una stazione che sottende circa il 60% del sottobacino, cioè la zona a maggiore altitudine e quindi a maggiore piovosità.

In tabella 11 vengono riportati i risultati delle determinazioni analitiche effettuate appena a monte delle foci dei corsi d'acqua durante il periodo di indagine. Si può notare che il fiume Fortore presenta condizioni di qualità nettamente migliori del Cigno e soprattutto del Tappino; d'altra parte le sue acque sono affette da una maggiore torbidità.

In generale, comunque, tutti i 3 corsi d'acqua mostrano un ottimo grado di ossigenazione e un tenore relativamente basso dei parametri microbiologici.

Il solo fiume Tappino supera, seppure di poco, il limite massimo di concentrazione di fosforo (400 μg/l) fissato dalla C.E.E. per la vita acquatica; il Cigno risulterebbe mediamente idoneo per le specie ciprinicole ma non per i salmonidi (limite = 200 μg P/l), mentre il Fortore sembra adatto a tutte le specie ittiche. I metalli pesanti (v. rapporto

intermedio) presentano concentrazioni molto inferiori ai limiti previsti per qualsiasi uso.

In figura 8 viene riportato l'andamento del carico medio mensile di fosforo estrapolato per i diversi corsi d'acqua, che assume una notevole importanza per il trofismo del lago, in quanto il rapporto azoto/fosforo nell'invaso è nettamente superiore a quello normalmente accettato per l'assunzione da parte degli organismi algali. Dagli andamenti riportati si può desumere il ruolo fondamentale esercitato dal fiume Tappino quale tributario di sostanze biostimolanti.

Il carico complessivo di fosforo totale si può stimare dai dati sperimentali in ragione di 40.04 tonnellate/anno ripartito come segue: Tappino 27.72, Fortore-La Catola 6.92, Cigno 3.62, Occhito 1.78. La concentrazione media di fosforo totale di tutte le acque affluenti risulta pertanto pari a: Pj = 177.1 μg Ptot/l.

Si può notare che tali dati di carico di fosforo sono inferiori alla stime teoriche di oltre il 50%. In particolare il rapporto Carico sperimentale/carico teorico assume, per il fosforo, i seguenti valori: Tappino = 0.49, Cigno = 0.47, Fortore + La Catola = 0.18. Il fatto che il massimo scostamento si verifichi per il sistema caratterizzato da maggiore torbidità (Fortore) fa supporre la presenza di processi di adsorbimento e coprecipitazione del fosforo lungo le aste fluviali. Inoltre bisogna considerare che scostamenti fino al 50% tra i dati sperimentali e quelli teorici sono considerati accettabili (OECD, 1982) dato il campo di variabilità dei coefficienti adottati per la stima indiretta dei carichi inquinanti.

CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-BIOLOGICA DELL'INVASO

Indagini chimiche

I dati relativi alle determinazioni chimiche e chimico-fisiche nelle 3 stazioni di misura dell'invaso, di cui alla figura 2, sono riportati nelle tabelle 12 (profili verticali di temperatura), 13 (parametri trofici), 14 (pigmenti clorofilliani), 15 (maggiori costituenti e metalli oligoelementi) e 16 (produzione primaria). L'andamento spazio-temporale della temperatura riportato a titolo d'esempio per la stazione 3, più profonda (v. figura 9) è tipico della maggior parte dei laghi delle zone temperate. Durante l'inverno la colonna d'acqua è completamente omogenea e si raggiungono temperature minime di circa 6°C.

Durante la transizione inverno-primavera l'acqua viene riscaldata dapprima in maniera omogenea poi incomincia a manifestarsi una differenza sempre più marcata di temperatura (e conseguentemente di densità) tra lo strato superficiale e quello profondo.

Tale barriera di densità comporta una segregazione dello strato profondo (ipolimnio) in cui avviene un progressivo depauperamento dell'ossigeno provocato dalla decomposizione organica e dalla ridotta reareazione. A partire da settembre la stratificazione verticale si riduce progressivamente per ritornare alle condizioni omogenee nel tardo autunno.

L'andamento dell'ossigeno disciolto (v. figura 10) e della sua percentuale rispetto alla saturazione (v. figura 11) è coerente con il comportamento termico: durante l'inverno si verificano condizioni di quasi-saturazione in tutta la colonna d'acqua; con l'instaurarsi del termoclino, in mancanza di scambio di proprietà tra epilimnio e ipolimnio, nella zona fotica si ritrovano valori di sovrasaturazione imputabile alla fotosintesi algale.

Nello strato profondo la concentrazione dell'ossigeno diminuisce gradualmente durante i mesi caldi raggiungendo valori prossimi all'anossia.

Nella stessa situazione si verifica pure, soprattutto nel luglio 1985, un certo arricchimento in ferro e manganese negli strati profondi, in quanto la solubilità di tali elementi è maggiore quando gli stessi si trovano ad uno stato di ossidazione minore. Ciononostante i rilevamenti effettuati non hanno evidenziato un superamento dei corrispondenti limiti di legge per le acque destinate all'uso potabile.

Immediatamente dopo il rimescolamento tardo-autunnale l'acqua si presenta leggermente sottosatura a tutte le profondità per ritornare gradualmente alle condizioni iniziali di saturazione.

I rapporti tra il deficit di ossigeno nell'ipolimnio (ΔO) e l'incremento di azoto (ΔN) e fosforo (ΔP) dovuti alla rigenerazione dei detriti organici non sono del tutto in accordo con quelli teorici.

Infatti mentre, in teoria, i rapporti dovrebbero corrispondere all'incirca ai seguenti:

$\Delta O/\Delta P = 138$, $\Delta O/\Delta N = 21$, $\Delta N/\Delta P = 6.6$

i dati sperimentali relativi all'ipolimnio del lago di Occhito nel periodo di stratificazione individuano i seguenti valori medi:

$\Delta O/\Delta P = 556$, $\Delta O/\Delta N = 24.7$, $\Delta N/\Delta P = 31.3$

In definitiva, mentre esiste un buon accordo con i valori teorici tra l'ossigeno consumato e l'azoto prodotto, le concentrazioni del fosforo rimineralizzato sono notevolmente inferiori a quelle attese.

Ossevazioni analoghe sono state effettuate da altri Autori. Ad esempio Andersen (1981) nota che il rilascio di fosfati dai sedimenti è fortemente ridotto quando i nitrati sono presenti in concentrazioni superiori a 0.5 mg N/1 (come quelle verificate nel lago di Occhito).

L'Autore formula l'ipotesi che la presenza di gruppi elettro-donatori, come i nitrati, impedisca il raggiungimento di bassi valori di ossido-riduzione e suggerisce addirittura l'impiego del nitrato allo scopo di limitare la crescita algale.

Anche in conseguenza di questo processo il rapporto medio azoto/ fosforo dell'intero lago (= 49.3) è molto maggiore di quello normalmente accettato per l'assunzione da parte degli organismi algali (~ 7) mentre invece quello medio dei corsi d'acqua affluenti (N/P = 1.283/177.1 = 7.25) è in perfetto accordo con quello teorico.

Pertanto risulta che la sedimentazione e l'immobilizzazione del fosforo giocano un ruolo di estrema importanza nell'invaso di Occhito determinando la funzione limitante dell'elemento e riducendo drasticamente il potenziale grado di trofia del lago, come viene discusso ampiamente al paragrafo *Interpretazioni del comportamento trofico,* mediante l'applicazione del modello "Carico di fosforo - responso del lago" dell'OECD (1982).

Nonostante la trofia non elevata dell'invaso, la sua torbidità appare notevole (profondità media del disco di Secchi = 1.9 m). Ciò è da ascrivere senz'altro ai solidi sospesi veicolati dai fiumi piuttosto che alla biomassa planctonica.

Si nota infatti che la trasparenza aumenta da monte a valle (valori medi: stazione 1 = 1.52 m, stazione 2 = 1.86 m, stazione 3 = 2.32 m) senza che si verifichi una corrispondente diminuzione della clorofilla totale (valori medi: stazione 1 = 3.75 mg/m^3, stazione 2 = 3.44 mg/m^3, stazione 3 = 4.88 mg/m^3).

La riduzione della radiazione incidente con la profondità segue una legge del tipo: $Iz = Io\ e^{-Kz}$
dove: Io è l'intensità luminosa incidente e Iz è l'intensità luminosa alla profondità z.

Il coefficiente di estinzione della luce K può essere messo in relazione con la concentrazione della clorofilla mediante l'equazione: $K = A + B\ [ch1]$.

Supponendo che B sia uguale per tutte le stazioni e tenendo presente che $Iz/Io = 0.16$ alla profondità di scomparsa del disco di Secchi, i dati sperimentali medi individuano le seguenti relazioni:
stazione 1: $k1 = 0.88 + 0.13\ [ch1]$;
stazione 2: $k2 = 0.73 + 0.13\ [ch1]$;
stazione 3: $k3 = 0.24 + 0.13\ [ch1]$;

Ciò significa che in assenza totale di alghe, (k = A), la trasparenza media sarebbe: stazione 1: 2.08 m; stazione 2: 2.50 m; stazione 3: 7.60 m.

Indagini biologiche

FITOPLANCTON

In tabella 17 è riportato l'elenco delle specie fitoplanctoniche rilevate e i relativi volumi cellulari medi misurati per ciascuna campagna.

In tabella 18 è riportata la densità delle diverse specie (in numero di cellule per litro).

Il prodotto del volume cellulare medio per la densità ha permesso di valutare la biomassa algale (v. tabella 19) espressa in mg/m^3 di peso fresco, ammettendo che 1 milione di μm^3 corrisponde al 1 μg di biomassa.

In linea generale la comunità fitoplanctonica si è rivelata piuttosto povera di specie. Infatti sono state identificate complessivamente 18 specie appartenenti a 6 famiglie. Nella prima campagna (settembre 1984) le Bacillarioficee appaiono più abbondanti in tutte e tre le stazioni, con una netta prevalenza di Cyclotella ocellata. Significative appaiono le densità di Clamidomonas e di Rhodomonas. I valori di biomassa non sono trascurabili per la Dinoficea Ceratium hirundinella. Tale specie, pur rappresentata da un numero ridotto di cellule per litro, stante l'elevato valore di

volume cellulare, rappresenta più del 15% della biomassa totale nelle stazioni 1 e 2 mentre è inferiore al 8% nella stazione 3.

È interessante notare che, nella seconda e terza campagna, Ceratium è stato rinvenuto soltanto alla stazione 2, da considerarsi una tipica stazione pelagica dal punto di vista della limnologia tradizionale, in quanto poco influenzata, rispetto alla stazione 1, da apporti fluviali e, rispetto alla stazione 3, dall'effetto diga. In termini di valori medi ponderali della biomassa totale è da rilevare un gradiente negativo dalla stazione 1 alla stazione 3.

Relativamente alla seconda campagna (novembre 1984), le specie più abbondanti sono risultate Clamidomonas, Rhodomonas e Closterium parvulum, mentre è rilevante il contributo di Ceratium (quasi il 50% della biomassa totale) alla stazione 2, che è risultata la più ricca in biomassa. Il periodo della campagna corrisponde all'inizio del rimescolamento e del raffreddamento; ciò giustifica la diminuzione generale dei valori di biomassa fitoplanctonica, che è rappresentata da specie di piccole dimensioni.

La terza campagna (marzo 1985), mostra un nuovo incremento dei valori di biomassa, dovuta prevalentemente a Diatomee, con un gradiente in diminuzione tra la prima e la terza stazione. È importante notare la presenza della Cianoficea Chroococcus Sp, specie comunque non caratterizzante ambienti eutrofici, come altre specie del gruppo delle alghe blu-verdi.

Il periodo della quarta campagna (luglio 1985) si presenta come il meno ricco sia in numero di specie, sia in densità che in biomassa. Il popolamento fitoplanctonico è dominato numericamente dalle Cloroficee, che sono da considerarsi specie tipiche della situazione estiva.

Un esame complessivo di fitoplancton nella sua distribuzione spazio temporale consente di mettere in evidenza una associazione del tipo Cyclotella-Rhodomonas con presenza limitata di Ceratium, Clamidomonas e Coelastrum. Tale associazione è tipica dei laghi di regioni calcaree a grado di trofia non molto elevata. Ciò che caratterizza tale associazione è la virtuale assenza di Cianoficee e Diatomee tipiche di ambienti eutrofici quali Microcystis ed Asterionella.

Prendendo in esame le variazioni globali delle biomasse e considerando quale criterio indicativo quello di riferirsi ai valori massimi raggiunti dalla biomassa, si deve concludere che il lago di Occhito è da considerarsi oligo-mesotrofico. Infatti secondo diversi Autori, nei laghi oligotrofici le biomasse massime sono non superiori ad 1 g/m^3, nei laghi eutrofici si supera di molto il valore di 10 g/m^3, che è da considerarsi il limite inferiore per laghi di elevata trofia.

ZOOPLANCTON

L'elenco dei taxa rinvenuti e risultati dalle analisi delle specie più abbondanti sono riportati nelle tabelle 20 e 21 rispettivamente.

La struttura in specie osservata nel lago è caratterizzata dalla dominanza del Diaptomide Copidodiaptomus steueri: è interessante osservare che tale specie è assente nel lago Pertusillo (Bonacina e De Bernardi, 1978), come lo sono i Calanoida nel loro complesso. Da un punto di vista zoogeografico è interessante osservare che la specie in questione finora era nota solo nell'Italia nord-orientale e in Dalmazia, mentre la segnalazione più meridionale nelle acque italiane era, prima d'ora, un lago delle Marche (Stella, 1982).

Abbondanti insieme al Diaptomide sono il Rotifero Asplanchna priodonta ed il Cladocero Diaphanosoma brachyurum. Queste tre specie sono nel lago nettamente dominanti nei prelievi di settembre 1984 e del luglio 1985. Il D. brachyurum è specie stenoterma calda (Bonacina e De Bernardi, 1978, Cherbi, 1984), tipicamente euplanctonica; considerazioni circa il rapporto tra la sua presenza ed il grado di trofia del lago sono per ora premature. Secondo alcuni autori (Sendacz et al., 1984, Gliwicz, 1977) la specie è un filtratore relativamente inefficiente e può assumere un ruolo dominante solo in laghi eutrofi.

L'Asplanchna presenta un ciclo simile a quello del Diaphanosoma (fig. 12).

In novembre '84 si osserva un calo del D. brachyurum a cui corrisponde un aumento del Ceriodaphnia quadrangula e della Daphnia rosea. In marzo si ha la scomparsa del Diaphanosoma, un calo della Ceriodaphnia ed un netto aumento della Daphnia che cresce ulteriormente nel luglio '85.

Si può ritenere verosimile che le diverse specie di Cladoceri, tutte favorite dall'incremento di temperatura, riducano la competizione interspecifica con cicli sfasati: da marzo fino a luglio predomina la Daphnia, in settembre il Diaphanosoma, mentre in novembre la Ceriodaphnia presenta un massimo grazie al calo delle altre 2 specie.

Una simile successione stagionale nel senso Daphnia-Diaphanosoma-Ceriodaphnia si osserva nel Pertusillo (Op.

cit.) per quanto riguarda la successione Daphnia-Diaphonosoma, mentre al posto della Ceriodaphnia nel Pertusillo la Bosmina longirostris assume un ruolo rilevante; questa stessa specie è pure presente nel lago di Occhito nel prelievo di settembre, ma con basse densità.

Il Copidodiaptomus non mostra un ciclo annuale evidente, le fluttuazioni di densità degli adulti sono accompagnate da fluttuazioni di densità dei naupli, ma la frequenza dei prelievi è troppo bassa per evidenziare un eventuale anticipo del picco delle larve rispetto a quello degli adulti, inoltre la discordanza dei picchi stagionali nelle tre stazioni (fig. 12), confermerebbe che la specie non ha una netta stagionalità, ma si riproduce per lunghi periodi nel corso dell'anno.

In conlusione è da segnalare l'elevata densità dello zooplancton che in talune situazioni sfiora i 100.000 ind/m^3 ed in genere si mantiene per tutto l'arco dell'anno sopra i 10.000 ind/m^3. Se si considera che a tali valori contribuiscono soprattutto specie di taglia considerevole, come il Diaptomide Copidodiaptomus steueri e il Cladocero Daphnia rosea, si deve concludere che il flusso energetico che passa attraverso la componente zooplanctonica è tutt'altro che trascurabile. Di ciò si deve tener conto nell'eventualità di interventi finalizzati ad aumentare la produzione ittica e/o a prevenire fenomeni di eutrofizzazione.

BENTHOS

L'elenco dei taxa rinvenuti e i risultati delle analisi delle specie principali sono riportati nelle tabelle 22 e 23 rispettivamente.

Alle elevate densità di zooplancton si contrappongono bassi valori di densità del benthos, che solo in un caso (novembre '84, stazione 2) supera i 10.000 ind/m^2. La struttura in specie, già notevolmente semplice per lo zooplancton, lo è ancora di più per il benthos.

Infatti, per quanto si riferisce ai taxa rinvenuti nei campioni, si può osservare la relativa monotonia della fauna raccolta; ciò è da mettere in relazione col fatto che, trattandosi di un bacino artificale, di età relativamente giovane e soggetto a fluttuazioni di livello, il processo di diversificazione che si manifesta durante la successione ecologica in ambienti non soggetti a stress viene qui arrestato nelle prime fasi, pertanto è consentita la colonizzazione solo da parte di specie con un elevato potenziale invasivo (specie a strategia r piuttosto che k, Prat 1980). Sia gli Oligocheti che i Chironomidi presenti sono specie ubiquitarie, notevolmente euritope ed euriecie, comuni a tutti i laghi italiani naturali ed artificiali (Bonomi & Andreani, 1978).

La stazione sottodiga, che è la più profonda, presenta condizioni del sedimento poco compatibili con la vita acquatica: qui i Chironomidi sono risultati quasi sempre assenti, mentre gli Oligocheti presentano densità nettamente più basse che nelle altre due stazioni.

In generale si osserva (fig. 13) che è la stazione 2 quella risultata più ricca di benthos, presumibilmente perché più protetta delle altre due sia da apporti di detrito minerale causati da piene (caso della stazione 1) sia dal disturbo determinato dai prelievi di acqua (caso della stazione 3).

L'andamento delle densità larvali nella stazione 2 fa supporre che l'emergenza del Chironomus plumosus si manifesti tra novembre e marzo in quanto si ha un netto calo della densità larvale; (l'incremento osservato nella stazione 1 tra novembre e marzo non è significativo in quanto le densità osservate in entrambi i mesi in questa stazione sono assai basse).

Una osservazione di un certo interesse è la presenza con elevate densità del Copepode Cyclops strenuus nello strato di acqua a contatto coi sedimenti: si osserva che una situazione analoga è presente nel lago Pertusillo (Bonomi e Andreani, 1978). La concentrazione del Cyclops nell'acqua a contatto coi sedimenti è attribuita dai medesimi autori all'effetto dell'emunzione operata dalla galleria di derivazione. Il fatto però che la specie presenti densità molto alte (anzi più alte che altrove) proprio nella stazione più a monte, ove l'effetto emunzione non è manifesto, induce a credere che in realtà la concentrazione del Cyclops a contatto coi sedimenti sia più verosimilmente legata alle generali condizioni di temperatura, ossigeno, disponibilità di nutrimento del lago: si segnala che la specie è relativamente frigostenoterma e predilige le acque più fredde ipolimniche; il fatto che viva proprio a contatto coi sedimenti può dipendere da una segregazione di nicchia, che riduce la competizione con altri zooplanctonti viventi nelle acque pelagiche, tanto più che la concentrazione di ossigeno misurata presso i sedimenti è compatibile con la vita del Cyclops.

Non è stato possibile inoltre mettere in evidenza movimenti del Cyclops dal pelago ai sedimenti o viceversa, in quanto le densità sono sempre nettamente maggiori presso il fondo che non nel pelago.

In generale la scarsezza di detrito organico, la elevata componente minerale nella stazione 1 e la bassa concentra-

zione di ossigeno nella stazione 3 creano condizioni sfavorevoli al benthos; solo la stazione 2 sembra presentare condizioni meno proibitive, ma in ogni caso, almeno nella zona profonda, il benthos denota una netta povertà dal punto di vista biologico.

Indagine sulla dispersione degli inquinanti

I dati sperimentali ottenuti nel corso delle campagne per lo studio della diluizione nel lago degli inquinanti sversati dai corsi d'acqua sono riportati nella tabella 24 a-g. Nel corso delle 2 campagne di settembre si era riscontrata l'impossibilità di utilizzare come traccianti delle masse d'acqua di scarico i parametri che si usano generalmente a tale scopo (fosfati, nitrati, azoto ammoniacale, microorganismi) in quanto si trovano a concentrazioni elevate negli scarichi soprattutto civili. Nel caso del lago di Occhito la distribuzione di tali parametri è piuttosto omogenea e non mostra la presenza di gradienti a partire dai punti di immissione, salvo nel caso dei coliformi, i quali, tuttavia, non si distribuiscono sempre in maniera regolare.

Tale osservazione è particolarmente sorprendente nel caso del fosforo, che è presente nei corsi d'acqua (soprattutto nel Tappino) a concentrazioni molto più elevate di quelle del lago.

L'immediata scomparsa del fosforo a breve distanza dalle foci fa supporre che tale elemento sia soggetto a processi molto intensi di adsorbimento e precipitazione che, unitamente alla ridotta rigenerazione dei detriti discussa al paragr. *Indagini chimiche,* determinano la funzione limitante dei sali nutritivi a base di fosforo.

Al contrario la torbidità si dimostra un valido tracciante, che permette di seguire la diluizione delle acque fluviali fino a valori molto elevati, soprattutto durante i periodi più critici, cioè quelli di piena.

Le distribuzioni della torbidità (FTU) rilevate nel corso dell'indagine sono riportate nelle figure 14 a-e. Tuttavia si nota, soprattutto nei periodi di vento intenso e di bassa portata dei fiumi (v. figura 14 d - 1 luglio 1985), che l'erosione costiera può contribuire in una certa misura all'incremento della torbidità.

Tale fatto potrebbe essere in relazione con la riduzione della profondità osservata (v. paragr. *Rilevamento batimetrico*) attraverso il rilevamento batimetrico, proprio nelle zone in cui si evidenziano processi di erosione costiera. Anche la distribuzione media della torbidità (v. figura 15) conferma la presenza di tale contributo costiero.

Si è cercato quindi di valutare la diminuzione (diluizione + decadimento (precipitazione) – contributo costiero) della torbidità nel bacino mediante la formula:

$$Di = (To - Tb)/(Ti - Tb), \text{ dove:}$$

Di = diminuzione media della torbidità nel generico punto i;
To = torbidità media all'origine (=100 FTU = torbidità media dei fiumi);
Ti = torbidità media nel punto i;
Tb = torbidità media del bacino assenza di apporti (posta = 1).

In figura 16 sono riportati i valori medi di diminuzione ottenuti.

La relazione tra diminuzione della torbidità e la distanza dall'origine fluviale lungo la traettoria centrale (v. linea tratteggiata della figura 16) è riportata in figura 17.

Si nota che i dati medi trovati seguono con buona approssimazione una funzione del tipo $y = 3.5x^2$, da cui si può valutare (almeno in termini di ordine di grandezza) la diminuzione media subita da un generico parametro non conservativo a diverse distanze dalle foci fluviali e, in particolare, alla galleria di presa dell'acqua. Tale stima dovrebbe essere cautelativa proprio in quanto esiste un contributo interno alla torbidità, che si somma a quello di fiumi e scarichi.

INTERPRETAZIONE DEL COMPORTAMENTO TROFICO E CLASSIFICAZIONE TROFICA MEDIANTE MODELLO STATISTICO

Nel 1982 un gruppo internazionale di esperti coordinati dall'OEDC (Organization for Economic Cooperation and Development) ha messo a punto un "Manuale pratico sull'eutrofizzazione" basato essenzialmente sull'impiego di un modello cosiddetto "nutrient load-lake response" (carico di nutrienti - responso del lago).

Si tratta di un modello statistico che si propone di individuare le funzioni empiriche che correlano le seguenti grandezze: il carico annuo di nutrienti e la loro concentrazione media nel lago; le concentrazioni medie nel lago dei diversi parametri trofici (fosforo, azoto, clorofilla, trasparenza, produzione primaria, consumo d'ossigeno da parte dei sedimenti).

Inoltre viene proposto un metodo di classificazione del corpo idrico, nelle diverse categorie trofiche, avente un significato probabilistico.

Per individuare in maniera analitica le diverse funzioni sono stati esaminati circa 200 laghi appartenenti a 18 nazioni e localizzati a diverse latitudini. I valori dei coefficienti introdotti nelle diverse equazioni subiscono variazioni talvolta notevoli nei vari bacini considerati; tuttavia, poichè tali scarti sono generalmente giustificati dalle caratteristiche peculiari di ciascun lago, si ritiene opportuno applicare le stesse relazioni al lago di Occhito, proprio per meglio comprendere i motivi di eventuali difformità di comportamento e per valutarne l'entità e le conseguenze.

Nel seguito vengono riassunte le principali relazioni individuate dal modello dell'OECD.

Nel caso di un lago in cui il fattore nutrizionale limitante la crescita algale sia il fosforo (come nel lago di Occhito e nella maggior parte dei laghi esaminati), la concentrazione media del fosforo totale ($\overline{P\lambda}$) in mg/m³ sarà:

$$\overline{P\lambda} = L(P)/\overline{Z}(\rho_w + \delta p) \qquad 1)$$

dove:
$L(P)$ = carico areale annuale di fosforo (mgP/m² anno);
$\overline{Z}$ = profondità media (m);
$\rho_w = 1/\tau_w$ = reciproco del tempo di resistenza idraulica (anni $^{-1}$)
δp = coefficiente di sedimentazione del fosforo (secondo Vollenweider = $10/\overline{Z}$).

La 1) può essere espressa nella seguente forma:

$$\overline{P\lambda} = L\ (P)/qs(1+\sqrt{\tau_w}) \qquad 2)$$

dove: $qs = \overline{Z}/\tau_w$

Poichè $L(P)/qs$ rappresenta la concentrazione media di fosforo totale negli effluenti (Pj), l'equazione 2) diventa:

$$\overline{P\lambda} = Pj/(1+\sqrt{\tau_w}) \qquad 3)$$

In base alle regressioni statistiche operate sui dati sperimentali relativi ai diversi laghi esaminati sono state trovate le seguenti correlazioni tra Pj e i diversi parametri trofici:

$$\overline{P\lambda} = 1.55\ [Pj/(1+\sqrt{\tau_w})]^{0.82} \qquad 4)$$
$$[\overline{Chl}] = 0.37\ [Pj/(1+\sqrt{\tau_w})]^{0.79} \qquad 5)$$
$$[\overline{SEC}] = 14.7\ [Pj/(1+\sqrt{\tau_w})]^{-0.39} \qquad 6)$$
$$\overline{\Sigma PP} = 22.9\ [Pj/(1+\sqrt{\tau_w})]^{0.60} \qquad 7)$$
$$\overline{HOD} = 0.1\ [Pj/(1+\sqrt{\tau_w})]^{0.55} \qquad 8)$$

dove:
$[\overline{Chl}]$ = concentrazione media della clorofilla (mg/m³)
$[\overline{SEC}]$ = profondità media di scomparsa del disco di Secchi (m)
$\overline{HOD}$ = rata di consumo dell'ossigeno ipolimnico (gO_2/m^2 giorno)
ΣPP = produzione primaria (gC/m² anno).

Il modello dell'OECD mette pure in relazione tra loro i diversi parametri indicatori delle condizioni trofiche del lago mediante le seguenti equazioni:

$$[\overline{Chl}] = 0.28\ P\lambda^{0.96} \qquad 9)$$
$$[\overline{SEC}] = 9.77\ P\lambda^{0.28} \qquad 10)$$
$$\overline{\Sigma PP} = 31.1\ P\lambda^{0.54} \qquad 11)$$

Per il lago di Occhito sono stati trovati, nel corso dell'anno di indagine, i seguenti valori sperimentali:

$\tau^0_w = [217.6 \cdot 10^6\ (m^3)]/[226.1 \cdot 10^6\ (m^3/anno)] = 0.962$ anni
$\overline{Z}^0 = 20$ m
$Pj^0 = 177.1$ mg Ptot/m³
$\overline{P\lambda}^0 = 26.5$ mg Ptot/ m³
$[\overline{Chl}]^0 = 4.52$ mg Chl/m³
$[\overline{SEC}]^0 = 1.9$ m
$\overline{\Sigma PP}^0 = 58$ gCm² anno
$\overline{HOD}^0 = 1\ gO_2/m^2$ giorno

(Tale valore di consumo di ossigeno ipolimnico è quello che presenta un migliore accordo con le misure sperimentali di ossigeno disciolto nel periodo di segregazione ipolimnica, a partire dal 15 aprile 1985 - v. figura 18).

Il valore di Pj, come si è visto al paragr. *Indagine sperimentale sugli apporti inquinanti*, è già notevolmente inferiore (~ 40%) a quello desumibile dal rapporto tra carico teorico e portata media, che corrisponderebbe invece a una concentrazione media pari a:

$[101.5 \cdot 10^9$ (mgPtot/anno]/$[226.1 \cdot 10^6$(m^3/anno)] = 448.9 mgP/m^3

Inoltre si può rilevare, in base alle equazioni 3)-8) che le concentrazioni medie di tutti i parametri trofici (esclusa la trasparenza) corrispondono a valori teorici di Pj più bassi di quello sperimentale.

Infatti:

Pj ricavato da $\overline{P\lambda}^{\circ}$ attraverso la 4) = 63 mg Ptot/m^3
Pj " " $[\overline{Chl}]^{\circ}$ " la 5) = 47 "
Pj " " $[\overline{SEC}]^{\circ}$ " la 6) = 370 "
Pj " " $\overline{\Sigma PP}^{\circ}$ " la 7) = 10 "
Pj " " $\overline{HOD}^{\circ}$ " la 8) = 130 "

Viceversa si possono calcolare i valori di $\overline{P\lambda}$, $[\overline{Chl}]$, $[\overline{SEC}]$, $\overline{\Sigma PP}$, $\overline{HOD}$ che corrisponderebbero ad un valore di Pj pari a quello sperimentato (177.1 mg Ptot/m^3):

$\overline{P\lambda}$ = 61.7 mg Ptot/m^3
$[\overline{Chl}]$ = 12.9 mgChl/m^3
$[\overline{SEC}]$ = 2.55 m
$\overline{\Sigma PP}$ = 339.4 gC/m^2 anno
$\overline{HOD}$ = 1.18 gO$_2$/m^2 giorno

Il minore valore di $\overline{P\lambda}$ rispetto a quello teorico è già stato spiegato e discusso ai paragr. *Indagine sperimentale sugli apporti inquinanti* e *Caratterizzazione chimico - biologica dell'invaso* ed è da ascrivere sia ad una minore rata di rigenerazione (probabilmente imputabile all'elevata concentrazione del nitrato) sia ad una precipitazione, che avviene subito dopo l'immissione fluviale e che potrebbe essere collegata all'elevata concentrazione dei solidi sospesi soprattutto nelle acque del fiume Fortore che, nel lago, si mescolano a quelle del Tappino.

Ancora più bassi rispetto al teorico sono i valori di clorofilla e produzione primaria. Ciò è dovuto probabilmente, oltre che alla riduzione del fosforo, anche all'elevata torbidità, che riduce lo spessore della zona fotica.

Il disaccordo tra le misure di trasparenza e i dati relativi ai parametri trofici e senz'altro dovuto al fatto (esplicitamente previsto dall'OECD) che alla torbidità del lago contribuiscono in maniera rilevante solidi sospesi non costituiti da organismi planctonici.

Analogamente è probabile che la richiesta di ossigeno da parte del sedimento (quasi in accordo con i dati teorici) sia legata soltanto parzialmente alla presenza di detriti organici planctonici, ma risenta invece della presenza di materiali decomponibili non planctonici collegabili alla presenza dell'elevato particellato in sospensione (seston).

Tutte queste possibili eccezioni alla regola sono richiamate dall'OECD come casi nei quali il modello non è applicabile. Anche Ortiz e Peña (1984) trovano simili discordanze negli invasi spagnoli e propongono di sostituire l'equazione 3) con la seguente: $\overline{P\lambda} = Pj/(1+2\sqrt{\tau_w})$.

Le figure 19, 20 e 21 forniscono gli elementi per classificare il lago dal punto di vista trofico.

In base ai dati sperimentali di fosforo e clorofilla il lago di Occhito può essere classificato secondo le seguenti percentuali di probabilità:

	OLIGOTROFICO	MESOTROFICO	EUTROFICO
$\overline{P\lambda}$	21	63	16
$[\overline{Chl}]$	23	61	16

In base alle misure del disco di Secchi il lago sarebbe al 12% mesotrofico, al 51% eutrofico e al 37% ipertrofico, tuttavia, come s'è visto, la trasparenza risente scarsamente dei processi trofici, ma piuttosto del trasporto solido dall'esterno.

Il lago è quindi da classificare complessivamente come meso-oligotrofico.

Ben diversa si presenterebbe la situazione se tutto il fosforo sversato contribuisse al trofismo del bacino. In tale caso (v. figure 19 e 20) il lago sarebbe da classificare all'incirca per il 60% eutrofico, per il 30% mesotrofico e per il 10% ipertrofico.

In definitiva la situazione trofica alquanto complessa del lago di Occhito sembra potersi riassumere nei seguenti termini: la presenza di una torbidità elevata e, forse, quella di tenori elevati di nitrato comporta un grado di trofia notevolmente minore rispetto a quello che ci si potrebbe aspettare in base al carico di fosforo e alle caratteristiche idrauliche. D'altra parte il consumo di ossigeno da parte dei sedimenti, pur essendo inferiore a quello previsto in base ai suddetti parametri, è superiore a quello imputabile allo sviluppo algale e, probabilmente, proprio a causa dello stesso particellato non planctonico, che condiziona la crescita algale.

CONSIDERAZIONI SULL'APPLICABILITÀ DI UN MODELLO TROFICO

La messa a punto di un modello matematico deterministico per la simulazione del comportamento dei parametri trofici nel lago di Occhito è senz'altro consigliabile sia per una migliore comprensione della fenomenologia sia per una definizione più consapevole degli interventi. Infatti il modello statistico, di cui al paragr. *Interpretazione del comportamento trofico*, consente di valutare l'importanza di alcuni processi e soprattutto le difformità di comportamento rispetto alla media degli altri laghi, ma non dà sufficienti informazioni di tipo quantitativo soprattutto sull'entità degli interventi.

Alcuni modelli trofici di ambienti idrici italiani sono stati messi a punto e adeguatamente calibrati ad esempio per la laguna di Venezia (Cescon et al., 1980), i laghi di Revine (Isolati et al., 1980) e per una laguna del Golfo di Oristano (Cescon e Panella, 1984).

I tre modelli hanno caratteristiche diverse dovute alle diverse peculiarità degli ambienti simulati.

Il modello della laguna di Venezia si basa su una discretizzazione areale del bacino in 5 elementi omogenei di volume (box), ma, per la bassa profondità del sistema, non prevede suddivisioni a strati verticali. Quello dei laghi di Revine lavora su 2 strati verticali, ma non prevede una suddivisione areale. Il modello dello stagno di Oristano non opera suddivisioni nè areali nè verticali, ma è il più completo per quanto concerne la parte biologica, in quanto simula l'andamento temporale di diversi tipi di alghe tra loro in competizione.

Per il lago di Occhito è necessario suddividere il bacino in almeno 3 elementi posti a diverse distanze dalle foci dei fiumi principali. Ciascun elemento deve essere quindi suddiviso in 2 strati (ipolimnio e epilimnio) dalle caratteristiche completamente diverse. Per ciascuno dei 6 elementi così formati si devono simulare gli andamenti temporali dei seguenti parametri: fosforo inorganico, fosforo totale, azoto inorganico, fitoplancton (almeno 3 specie con diverso fabbisogno energetico e nutrizionale), zooplancton, detriti planctonici e ossigeno disciolto.

Nel seguito viene descritto lo schema analitico utilizzato per la simulazione dei processi non conservativi interni a ciascun elemento di volume.

Sottosistema fitoplancton

L'andamento temporale del sottoinsieme fitoplancton in accordo con la relazione generale:
variazione del fitoplancton = + fotosintesi − respirazione − mortalità − predazione
viene simulato mediante le seguenti equazioni:

$$dF_A/dt = \alpha_A - K_{MA}F_A - K_{RF}F_A - K_1 Z F_A/(K_{ZA}+F_A)$$

$$dF_B/dt = \alpha_B - K_{MB}F_B - K_{RB}F_B - K_1 Z F_B/(K_{ZB}+B_B)$$

$$dF_C/dt = \alpha_C - K_{MC}F_C - K_{RC}F_C - K_1 Z F_C/(K_{ZC}+F_C)$$

$$T = A_1 + B_1 \text{ sen } (\omega t + \varphi)$$

$$I_0 = A_2 + B_2 \text{ sen } (\omega t + \varphi)$$

$$\omega = 2\pi/365$$

dove:

$$\alpha_i = \mu_i F_i [e/K_e(F)H][e^{(-I_o/I_i)e^{-K_e(F)H}} - e^{-I_o/I_i}] K_{Ti}^{(T-20)} [P/(K_{Pi}+P)]$$

$i = A,B,C$
F_A = Specie A; F_B = Specie B; F_C = Specie C;
$F = F_A + F_B = F_C$ = fitoplancton totale;
I_O = intensità della luce incidente;
I_A, I_B, I_C = intensità luminosa ottimale per i diversi gruppi algali;
μ_A, μ_B, μ_C = velocità di crescita massima per i diversi gruppi algali;
H = profondità;
$K_e(F)$ = coefficiente di estinzione della luce (tale coefficiente è funzione della concentrazione totale del fitoplancton come visto al paragr. *Caratterizzazione chimico-biologica dell'invaso*;
K_{TA}, K_{TB}, K_{TC} = costanti di temperatura per i diversi gruppi algali;
P = fosforo inorganico totale;
K_{PA}, K_{PB}, K_{PC} = costanti di semisaturazione per il fosforo;
K_{MA}, K_{MB}, K_{MC} = rata di mortalità del fitoplancton;
$K_R F$ = rata di respirazione endogena del fitoplancton;
Z = erbivori (zooplancton);
K_1 = velocità di crescita massima degli erbivori;
K_{ZA}, K_{ZB}, K_{ZC} = costanti di semisaturazione per la predazione degli erbivori sui diversi gruppi fitoplanctonici;
A_1, B_1, A_2, B_2 = costanti di temperatura e luce ricavate sperimentalmente;
t = tempo in giorni;

La funzione limitante del fosforo viene rappresentata mediante la classica relazione di Michaelis-Menten. Anche l'effetto della temperatura è definito mediante una formula esponenziale di uso comune, che prevede l'esistenza di una temperatura ottimale per la crescita fitoplanctonica. La funzione utilizzata per l'intensità luminosa prevede un massimo per $I_O = I_{A,B,C,}$; per intensità maggiori o minori la velocità di crescita risulta ridotta.

Sottoinsieme erbivori

L'espressione generale è:
variazione dello zooplancton = predazione - mortalità
che, in termini analitici è rappresentabile dall'equazione
$dz/dt = k_1 ZF/(K_{ZF+F}) - K_{MZ}Z$
dove K_{MZ} coefficiente di mortalità del zooplancton.

In prima approssimazione si potrebbero trascurare altri termini quali l'escrezione e la respirazione salvo reinserirli ove necessario.

Sottoinsieme nutrienti (fosforo inorganico)

L'equazione generale è la seguente:
variazione del fosforo inorganico = − fotosintesi + respirazione + apporto interno (dai sedimenti ± apporto esterno (dai corsi d'acqua)
che viene espressa mediante la seguente formulazione analitica:
$dP/dt = -\gamma_{C-P}(\alpha_A+\alpha_B+\alpha_C)+\gamma_{C-P}K_{RF}F+A_{IP}\delta^{(T-20)}+A_E(t)$
dove:
γ_{C-P} = costante di conversione carbonio-fosforo
A_{IP} = apporto dai sedimenti
δ = costante rimineralizzazione
$A_E(t)$ = apporto dai fiumi o dalle "box" adiacenti.

Sottoinsieme ossigeno disciolto

La relazione generale utilizzata per valutare lo scarto della concentrazione dell'ossigeno rispetto alla saturazione è la seguente:
variazione di O_2 = + fotosintesi − respirazione − rigenerazione ± reareazione
espressa dalla seguente formulazione analitica:

$$d\Delta O_2/dt = \gamma_{C-O}\ (\alpha_A+\alpha_B+\alpha_C)-\gamma_{C-O}\, K_{RF}F-A_{IO}\,\delta_1^{(T-20)}-K_0\,\Delta O_2$$

$$\Delta O_2 = [O_2]-[O_2]_{SATURAZIONE}$$

dove:
A_{IO} = consumo dell'ossigeno per la rigenerazione organica
K_0 = costante di reareazione (funzione dell'intensità del vento e della profondità)
γ_{C-O} = costante di conversione carbonio-ossigeno (=2.6).

Lo scambio di proprietà tra epilimnio e ipolimnio può essere simulato mediante un coefficiente di mescolamento, che è inversamente propozionale al gradiente del termoclino (Isolati et al., 1980.)

A tale tipo di formulazione occorre tuttavia aggiungere alcuni termini che tengano conto delle caratteristiche osservate. Ad esempio il termine $A_{IP}\delta^{(T-20)}$ (rilascio di fosforo dai sedimenti) deve essere reso dipendente inversamente dalla concentrazione del nitrato. Inoltre occorre aggiungere un sottoinsieme, quello dei detriti che, a sua volta va distinto in detrito da plancton (proporzionale alla mortalità di fito e zooplancton) e detrito non planctonico legato all'apporto esterno.

Questo secondo sottoinsieme va inserito anche nell'equazione del fosforo come agente sequestrante, a sua volta non conservativo in quanto soggetto a processi di precipitazione.

Il modello richiederebbe quindi alcuni importanti aggiustamenti rispetto alla formulazione classica per essere in grado di fornire una simulazione attendibile della risposta del sistema idrico a soluzioni alternative di intervento.

POSSIBILITÀ D'USO DELLA RISORSA IDRICA E INDIVIDUAZIONE DI INTERVENTI DI RISANAMENTO

I dati riportati al paragrafo *Risultati e discussione*, consentono di valutare la possibilità d'impiego dell'acqua invasata nel lago di Occhito. In particolare l'uso più esigente, quello potabile, è disciplinato dal DPR n. 515 del 3/7/1982.

Il Decreto definisce i valori limite dei diversi parametri indicatori della qualità, che non devono essere superati rispettivamente in più del 10% e del 5% dei casi, nel corpo idrico superficiale dal quale si opera il prelievo. Tali valori-limite sono differenziati in base al tipo di trattamento più o meno spinto di potabilizzazione cui le acque sono sottoposte prima della loro distribuzione all'utente (v. tabella 25).

I dati sperimentali ottenuti nel corso dell'indagine (v. tabelle 13 e 14) indicano che, attualmente, i valori dei parametri determinati risultano accettabili ad eccezione della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto nello strato di fondo (cfr. figura 11).

Tuttavia è necessario tenere presente i seguenti aspetti:
alla quota dell'imbocco di derivazione (168.5 m s.l.m.) l'acqua ha presentato valori di ossigeno disciolto inferiori al 50% di saturazione soltanto per 1 mese circa (agosto 1985) e in condizioni di siccità eccezionale;
non è tanto la scarsa concentrazione dell'ossigeno disciolto che può rappresentare un pericolo per l'uso potabile, quanto piuttosto la presenza di prodotti di decomposizione organica (ad esempio l'azoto ammoniacale e nitrico, il metano, ecc.) o di elementi che sono più solubili a basso potenziale redox (ferro, manganese, ecc.) che si mantengono invece a concentrazioni accettabili.

Ciononostante l'invaso di Occhito, pur presentando un'aerazione migliore di quella del Pertusillo, necessita di un controllo periodico perlomeno di alcuni parametri indicatori più significativi (ossigeno disciolto e manganese) soprattutto per verificare che le condizioni osservate siano rappresentative di uno stato di equilibrio già raggiunto e non di una fase di transizione verso una condizione più critica.

L'invaso è senz'altro utilizzabile a scopo irriguo, in quanto il valore massimo del rapporto sodio-assorbimento
$SAR = Na/\sqrt{[(C_a+M_g)/2]} = 1.4$
contro un valore ammissibile di 4 (per colture sensibili). Anche i valori di conducibilità, cloruri e solfati sono netta-

mente inferiori ai limiti più restrittivi che corrispondono a: conducibilità = 750 μS, cloruri = 350 mg/1, solfati = 480 mg/1, sempre nel caso delle colture piú sensibili.

Anche l'uso balneare (legge n. 470 del 8/6/82) è senz'altro consentito.

Per quanto concerne la vita acquatica (Direttiva CEE 78/659 del 18/7/1978) il limite di concentrazione dell'ossigeno disciolto (4 mg/1) è l'unico vincolo critico. Mentre le acque dell'epilimnio sono adatte a tale uso durante tutto l'anno, le acque ipolimniche diventano inadatte nel periodo di stratificazione compresa tra luglio e novembre.

Per quanto concerne gli interventi di risanamento proponibili, la loro individuazione è tutt'altro che semplice stante la complessità dei processi dei fattori influenti.

Dalle considerazioni esposte ai precendenti paragrafi risulta che un abbattimento dei composti azotati mediante impianti di denitrificazione potrebbe avere effetti nettamente peggiorativi, in quanto il nitrato sembra svolgere una funzione inibente nei confronti del rilascio del fosforo (fattore nutritivo limitante la crescita algale) da parte del sedimento.

Inoltre occorre adottare molta cautela nell'operare interventi, quali ad esempio le opere idrauliche, che comportino una riduzione del trasporto solido da parte dei corsi d'acqua affluenti e soprattutto del fiume Fortore.

A tale proposito la situazione appare estremamente complessa. Innanzitutto occorre rilevare che i solidi sospesi non rappresentano di per sè un problema per la qualità dell'acqua potabile, in quanto pervengono alla galleria di derivazione a concentrazioni senz'altro accettabili per l'uso potabile previa potabilizzazione.

L'applicazione del modello statistico dell'OECD indica che la sedimentazione dei solidi sospesi di origine non planctonica contribuisce perlomeno per il 50% alla richiesta di ossigeno da parte del sedimento. D'altra parte esistono chiari indizi che il particellato in sospensione costituisca un fattore fondamentale di controllo della crescita fitoplanctonica, sia perché riduce la trasparenza dell'acqua e quindi lo spessore dello strato fotico, sia perché sembra contribuire alla sottrazione di una percentuale elevata del fosforo immesso nel lago. Il modello statistico indica chiaramente che, in assenza di tale fattore, il lago avrebbe caratteristiche nettamente eutrofiche anziché meso-oligotrofiche, come quelle rilevate.

In definitiva il solo intervento che non presenta controindicazioni è l'abbattimento dei carichi di fosforo e di sostanze organiche e soprattutto di quelli generati dalle unità insediative e produttive giacenti sul bacino idrografico del fiume Tappino, con assoluta priorità agli scarichi di Campobasso e di Gambatesa.

L'abbattimento del fosforo sversato nel Tappino fino a concentrazioni inferiori a 200 μg Ptot/1, avrebbe anche la funzione di riportare il corso d'acqua a condizioni accettabili per ogni tipo di vita acquatica (Direttiva CEE 78/659 del 18/7/1978).

Tuttavia, da tali interventi, non ci si può attendere un beneficio rilevante per le condizioni trofiche del lago per i seguenti motivi:

soltanto una frazione limitata del fosforo sversato sembra avere una reale funzione biostimolante, dal momento che l'elemento viene sequestrato per il 60-70% da processi di precipitazione;

in base a un metodo sviluppato da Vighi e Chiaudani (1984) si può calcolare la concentrazione "naturale" di fosforo nel lago, cioè quella che il bacino avrebbe anche in assenza di apporti antropici.

Tale valore si desume dall'indice morfoedafico MEI.

MEI = Alcanità (m equiv./1)/profondità media (m)

oppure:

MEI = conducibilità (μs)/profondità media (m)

$$\text{Log (P)} = 1.48 + 0.33\ (\pm\ 0.09)\ \log \text{MEI}_{alc}$$

oppure:

$$\text{Log (P)} = 0.75 + 0.27\ (\pm\ 0.11)\ \log \text{MEI}_{cond}$$

Considerando la conducibilità media e l'alcalinità media del lago si ottiene un valore naturale del fosforo di circa 18 mg Ptot/m^3 pari a 67% di quello medio rilevato.

Perciò (v. figura 19) il lago si troverebbe in condizioni oligomesotrofiche anche in assenza di apporti derivanti da attività umane.

L'abbattimento del fosforo avrebbe quindi soprattutto la funzione di migliorare le condizioni del fiume Tappino e di compensare un'eventuale riduzione del trasporto solido, volta a diminuire la richiesta di ossigeno da parte del sedimento.

Da quanto esposto risulta che un'azione di risanamento del lago di Occhito non può essere definita in maniera del tutto aprioristica, ma deve essere sviluppata in maniera graduale, dando la precedenza agli interventi più urgenti e sicuramente utili (rimozione del fosforo e della sostanza organica). Al contrario gli interventi di esito dubbio (rimozione dei solidi sospesi) devono essere attuati successivamente e gradualmente simulando prima il prevedibile effetto mediante un modello trofico adeguatamente calibrato e verificando successivamente la risposta del lago all'intervento stesso.

Per quanto concerne gli standard di qualità degli effluenti dagli impianti di depurazione appaiono accettabili quelli riportati in tabella A della legge n. 319/1976 in relazione allo sversamento nei laghi. Per quanto concerne la rimozione del fosforo, essa andrebbe applicata agli scarichi delle unità che si trovano a meno di 10 km dalla foce dei corsi d'acqua (come prevede la legge), ma anche a quelle che si trovano a distanze superiori con più di 10.000 abitanti (residenti + equivalenti).

Sono da evitare lunghi collettamenti degli scarichi di più unità soprattutto quando l'impianto a cui vengono recapitati si trovi a breve distanza dal lago, in quanto in tale modo non si farebbe ricorso al potere di autodepurazione, ancora rilevante, del fiume e si rischierebbero episodi di inquinamento massiccio e diretto in caso di temporanea disfunzione dell'impianto stesso.

La precedenza andrebbe data comunque alle unità influenti sul fiume Tappino e a quelle che sversano i loro scarichi direttamente nel lago.

CONCLUSIONI

L'indagine ambientale sviluppata sull'invaso di Occhito da settembre 1984 ad agosto 1985 ha consentito di classificare il sistema idrico dal punto di vista trofico, di definire le condizioni di qualità in rapporto agli usi cui lo stesso è o potrebbe essere adibito, di individuare il ruolo svolto dai principali fattori determinanti la situazione ambientale verificata ed infine di formulare alcune linee generali di intervento volto a migliorare o perlomeno ad impedire un futuro deterioramento delle proprietà del lago.

In base ai criteri di classificazione proposti dall'OECD (1982) e da altri Autori il lago di Occhito può essere classificato, nella sua situazione attuale, come meso-oligotrofico (prevalentemente mesotrofico in base ai valori medi di fosforo totale, clorofilla e consumo di ossigeno da parte del sedimento e prevalentemente oligotrofico in base ai valori di produzione primaria e biomassa fitoplanctonica).

Tale stato trofico si discosta poco da quella che, in base all'indice morfoedafico, risulta essere il suo grado di trofia naturale.

Tale classificazione è assolutamente difforme da quella prevista in base al carico di fosforo valutato sia direttamente che indirettamente e alle caratteristiche idrologiche del lago (superficie, profondità media, tempo di ricambio), che corrispondono a quelle di un ambiente nettamente eutrofico.

Quest'anomalia di comportamento è da collegarsi a un'immediata scomparsa del fosforo in prossimità delle foci fluviali (probabilmente dovuta ad adsorbimento sul materiale in sospensione e a precipitazione), a una ridotta rimineralizzazione del fosforo dai sedimenti (probabilmente inibita dalle elevate concentrazioni di nitrato) e alla riduzione drastica dello spessore fotico causata soprattutto dal materiale in sospensione non planctonico (seston).

Pertanto il trasporto solido e quindi il materiale in sospensione non autigenico svolge al tempo stesso un ruolo negativo e uno positivo. L'effetto negativo è dato dall'incremento stesso della torbidità (che tuttavia non condiziona l'uso potabile, data la distanza notevole tra le foci fluviali e la galleria di presa) e dalla richiesta di ossigeno esercitata dal materiale non planctonico depositato, che è superiore a quella dei detriti planctonici. Comunque si ritiene che complessivamente l'effetto sia positivo, in quanto il livello trofico risulta notevolmente ridotto rispetto a quello teoricamente previsto.

Tra le altre caratteristiche ambientali generali è da evidenziare la relativa povertà, sia in numero di organismi sia di specie, delle popolazioni fitoplanctoniche e bentoniche tra le quali non sono state rilevate specie indicatrici di situazioni distrofiche.

Per contro le acque sono molto ricche di zooplancton e presentano un potenziale trofico adatto a sostenere un'abbondante fauna ittica.

La torbidità si è rivelata il miglior tracciante per lo studio della dispersione delle acque immesse nell'invaso ed ha consentito di valutare, almeno in termini di ordine di grandezza, l'entità della diminuzione subita da parametri non conservativi a diverse distanze dalle foci fluviali.

Il confronto tra i rilievi altimetrici pubblicati nel 1959 e il rilievo batimetrico attuale ha consentito una stima della perdita di capacità d'invaso dell'ordine del 4%. Tale stima va considerata con cautela data la diversità delle tecniche e degli strumenti di rilevamento impiegati. Comunque la riduzione volumetrica sarebbe da addebitare solo in misura minore al trasporto solido fluviale.

È stato possibile appurare anche l'esistenza di processi di erosione costiera.

Dal punto di vista delle possibilità d'uso della risorsa idrica il lago risulta idoneo all'utilizzo irriguo, a quello balneare e, almeno relativamente allo strato epilimnico, alla vita acquatica.

Per quanto concerne l'uso potabile l'unico parametro critico risulta essere l'ossigeno disciolto che viene progressivamente consumato nello strato ipolimnico a partire da aprile fino all'olomissi tardo-autunnale. Tuttavia va messo in evidenza che non si sono verificate nè situazioni di totale anossia nè la presenza, nella zona segregata, di concentrazioni di manganese, ferro, azoto ammoniacale e nitroso eccedenti i limiti di legge. Inoltre alla quota di presa dell'acqua potabile la concentrazione dell'ossigeno disciolto è rimasta al disotto del 50% rispetto alla saturazione per un periodo inferiore al 10% del totale.

Ciononostante si ritiene che la situazione del lago corrisponda a un equilibrio piuttosto instabile e precario, che potrebbe dar luogo a sensibili peggioramenti qualora venissero rimossi i fattori che impediscono un pieno utilizzo del carico biostimolante immesso nel sistema.

Pertanto un'eventuale azione di risanamento o qualsiasi intervento di carattere idraulico devono essere intrapresi con estrema cautela.

Innanzitutto occorre evitare il trattamento di denitrificazione degli scarichi civili e produttivi, che potrebbe risultare in un maggiore rilascio di fosforo dai sedimenti. Inoltre non é consigliabile ridurre il trasporto solido dei corsi d'acqua, ad esempio attraverso opere idrauliche che comportino una sedimentazione a monte dei solidi sospesi, a meno che tale intervento non sia preceduto da un equivalente rimozione del fosforo di origine insediativa e produttiva.

Un'azione di disinquinamento dovrebbe essere avviata dando la precedenza al trattamento degli scarichi immessi nel fiume Tappino e di quelli che pervengono direttamente al lago. Gli impianti dovrebbero prevedere soprattutto la rimozione del fosforo e della sostanza organica ossidabile.

In base a quanto esposto, da quest'iniziativa non c'è da aspettarsi un notevole beneficio ambientale (in quanto la parte prevalente del fosforo sversato viene già "disattivata" dai fattori descritti) ma piuttosto una maggiore stabilità del sistema, cioè una maggiore capacità di assorbire senza conseguenze modifiche naturali o volontarie delle condizioni al contorno.

A causa della precarietà degli equilibri chimico-fisici e biologici del lago è opportuno che qualsiasi intervento si realizzi in maniera graduale, sia preceduto da una simulazione a mezzo di un modello trofico della prevedibile risposta del sistema e venga seguito da un controllo sperimentale del comportamento dei principali parametri indicatori della qualità.

BIBLIOGRAFIA

Andersen J.M., 1981: Effect of nitrate concentration in lake water on phosphate release from the sediment. Water Res., 13, 1119-1126.

APHA - American Public Health Association: Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA Inc. 1980.

Bonacina C., De Bernardi R., 1978: Struttura di comunità e parametri demografici del popolamento zooplanctonico. In "Il lago di Pietra del Pertusillo: definizione delle sue caratteristiche limno-ecologiche". Ist. Ital. Idrobiol. Pallanza: 99-132.

Bonomi G., Andreani L., 1978: Significato adattivo della struttura comunitaria e della dinamica di popolazione nel macrobenton profondo di un lago artificiale. In "Il lago di Pietra del Pertusillo": definizione delle sue caratteristiche limno-econologiche". Ist. Ital. Idrobiol. Pallanza: 173-202.

Cescon B., De Angelis U., Jovenitti A., Isolati A., Alfassio S., 1980: Considérations sur l'emploi des modèles mathématiques pour la simulation des aspects trophiques de la lagune de Venise, Oceanis, 6, 1-16.

Cescon B., Panella S., 1984: The modelling of the low trophic levels in a lagoon used for extensive aquaculture (Oristano-Italy). XXIX Congress CIESM, Lucerna, 1984.

Chapra S., 1981: A budget model accounting for the positional availability of phosphorous in lakes. Water Res., 16, 205-209.

Cherbi M., 1984: Contribution a l'étude du peuplement zooplanctoniques des lacs de barrage en Algerie. Int. Ver. Verhein, Limnol, 22(3): 1579-1583.

Chiaudani G. e Gaggino G.F.: Determinazione dell'azoto ammoniacale a basse concentrazioni nelle acque dolci, salmastre e marine. Boll. Chim. Lab. Prov., 32:25, 1981.
Ente Sviluppo Irrigazione e Trasformazione Fondiaria in Puglia e Lucania, 1956: Progetto di massima per la utilizzazione irrigua dei deflussi del fiume Fortore.
IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque: Metodi di analisi per le acque. Quad. IRSA, 11, vol. 1-9.
IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque: Indagine sulla qualità delle acque lacustri italiane. Quad. IRSA, 43, 377 ppg., 1980.
Isolati A., Cescon B., Alfassio S., Matteucci M., 1980: L'uso dei modelli di simulazione ambientale per la soluzione del problema dell'eutrofizzazione dei laghi. L'esempio dei laghi di Revine (TV). Monti e Boschi, 4, 35-42.
Margalef R., Planas D., Armengol J., Vidal A., Prat M., Giuset A., Toja J., Estrada M., 1977: Limnologia de los embalses espanoles. Ministerio de Obras Publicas. Publ. n° 123, pp. 442.
Murphy J. and Riley J.P.: a modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta, 27:31-36, 1962.
OECD, 1982: Eutrophication of waters, Monitoring, assessment and control, OECD, Paris, 154 pp.
Ortiz Casas S.L., Peña Martinez R., 1984: Applicability of the OECD eutrophication models to spanish reservoirs. Verh. Internat. Verhein. Limnol., 22, 1521-1535.
Petts G.E., 1984: Impounded rivers, John Wiley and Sons Ed., 326 pp.
Prat N., 1980: Bentos de los embalses espanoles. Decol. aquat. 4: 3-43.
Seather O.A., 1979: Chironomid communities as water quality indicators. Holoarctic Ecol. 2:65-74.
Sendacz S., Kubo E. & Fusjiara, L.P., 1984: Further studies on the zooplancton community of a eutrophic reservoir in southern Brazil. Ver. Int. Verhein. Limnol. 22 (3): 1625-1630.
Stella E., 1982 Calanoidi: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque dolci italiane. C.N.R. AQ/1/140.
Strickland J.D.H. and Parsons T.R.: a practical handbook of seawater analysis. Fisheriers Res. Bd of Canada, Bull. 167, 310, 1972.
Vighi M., Chiaudani G., 1985: A simple method to estimate lake phosphorous concentration resulting from natural, background loading. Water Res., 19,8,987-991.
Vodopich D.S. & Moore C.L., 1984: Distribution of benthic macroinvertebrates in lake Waco a central Texas reservoir, U.S.A. Int. Ver. Verhein. Limnol. 22(3): 1470-1474.
Winberely J.W.: The turbidimetric determination of sulphate without the use of additives. Anal. Chem. Acta 42:327-29, 1968.

TABELLE

Tabella 1 : Apporti globali al Bacino di Occhito durante il periodo di indagine

	Volume ($m^3 \times 10^3$)	$\overline{Q}$ (m^3/sec)	$\overline{Q}$ giorn.max. (m^3/s)
84 Settembre	3.761	1.45	6.11
84 Ottobre	4.930	1.84	5.37
84 Novembre	9.375	3.62	13.28
84 Dicembre	41.002	15.31	225.81
85 Gennaio	50.707	19.56	56.47
85 Febbraio	24.436	10.10	64.46
85 Marzo	33.981	12.70	148.87
85 Aprile	25.476	9.83	63.22
85 Maggio	11.130	4.15	9.11
85 Giugno	7.026	2.71	9.72
85 Luglio	9.531	3.56	12.77
85 Agosto	4.715	1.76	6.41

TABELLA 2: ANDAMENTO GIORNALIERO DELLA QUOTA D'INVASO (m s.l.m.) E DEL VOLUME INVASATO (m^3) NEL LAGO DI OCCHITO DURANTE IL PERIODO DI INDAGINE

Mese di SETTEMBRE 1984

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.862500000E+02	1.817283000E+08
2	1.862500000E+02	1.817283000E+08
3	1.862000000E+02	1.812303000E+08
4	1.861500000E+02	1.807344000E+08
5	1.861000000E+02	1.802393000E+08
6	1.860500000E+02	1.797468000E+08
7	1.860500000E+02	1.797468000E+08
8	1.860000000E+02	1.792543000E+08
9	1.859500000E+02	1.787639000E+08
10	1.859000000E+02	1.782747000E+08
11	1.858500000E+02	1.777874000E+08
12	1.858000000E+02	1.773004000E+08
13	1.857500000E+02	1.768156000E+08
14	1.857000000E+02	1.763319000E+08
15	1.856500000E+02	1.758504000E+08
16	1.856000000E+02	1.753696000E+08
17	1.855500000E+02	1.748904000E+08
18	1.855000000E+02	1.744122000E+08
19	1.854500000E+02	1.739362000E+08
20	1.854000000E+02	1.734603000E+08
21	1.854000000E+02	1.734603000E+08
22	1.853500000E+02	1.729873000E+08
23	1.853000000E+02	1.725146000E+08
24	1.852500000E+02	1.720442000E+08
25	1.852000000E+02	1.715749000E+08
26	1.852000000E+02	1.715749000E+08
27	1.852000000E+02	1.715749000E+08
28	1.851500000E+02	1.711066000E+08
29	1.851000000E+02	1.706403000E+08
30	1.850500000E+02	1.701754000E+08
	---	---
	1.856450000E+02	1.758418000E+08

Mese di OTTOBRE 1984

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.850500000E+02	1.701754000E+08
2	1.850000000E+02	1.697116000E+08
3	1.850000000E+02	1.697116000E+08
4	1.849500000E+02	1.692488000E+08
5	1.849000000E+02	1.687884000E+08
6	1.849000000E+02	1.687884000E+08
7	1.848500000E+02	1.683286000E+08
8	1.848000000E+02	1.678714000E+08
9	1.847500000E+02	1.674143000E+08
10	1.847500000E+02	1.674143000E+08
11	1.847000000E+02	1.669593000E+08
12	1.847000000E+02	1.669593000E+08
13	1.846500000E+02	1.665054000E+08
14	1.846500000E+02	1.665054000E+08
15	1.846000000E+02	1.660534000E+08
16	1.846000000E+02	1.660534000E+08
17	1.845500000E+02	1.656018000E+08
18	1.845500000E+02	1.656018000E+08
19	1.845000000E+02	1.651523000E+08
20	1.845000000E+02	1.651523000E+08
21	1.844500000E+02	1.647040000E+08
22	1.844500000E+02	1.647040000E+08
23	1.844000000E+02	1.642579000E+08
24	1.844000000E+02	1.642579000E+08
25	1.843500000E+02	1.638125000E+08
26	1.843500000E+02	1.638125000E+08
27	1.843000000E+02	1.633686000E+08
28	1.843000000E+02	1.633686000E+08
29	1.842500000E+02	1.629258000E+08
30	1.842500000E+02	1.629258000E+08
31	1.842000000E+02	1.624852000E+08
	---	---
	1.846016000E+02	1.660845000E+08

Mese di NOVEMBRE 1984

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.842000000E+02	1.624852000E+08
2	1.841500000E+02	1.620445000E+08
3	1.841500000E+02	1.620445000E+08
4	1.841000000E+02	1.616069000E+08
5	1.841000000E+02	1.616069000E+08
6	1.841000000E+02	1.616069000E+08
7	1.840500000E+02	1.611696000E+08
8	1.840500000E+02	1.611696000E+08
9	1.840500000E+02	1.611696000E+08
10	1.839500000E+02	1.603006000E+08
11	1.839500000E+02	1.603006000E+08
12	1.839500000E+02	1.603006000E+08
13	1.839000000E+02	1.598677000E+08
14	1.839000000E+02	1.598677000E+08
15	1.839000000E+02	1.598677000E+08
16	1.839500000E+02	1.603006000E+08
17	1.840000000E+02	1.607345000E+08
18	1.840500000E+02	1.611696000E+08
19	1.841000000E+02	1.616069000E+08
20	1.841000000E+02	1.616069000E+08
21	1.841000000E+02	1.616069000E+08
22	1.841000000E+02	1.616069000E+08
23	1.841000000E+02	1.616069000E+08
24	1.841000000E+02	1.616069000E+08
25	1.840500000E+02	1.611696000E+08
26	1.840500000E+02	1.611696000E+08
27	1.840500000E+02	1.611696000E+08
28	1.840500000E+02	1.611696000E+08
29	1.841000000E+02	1.616069000E+08
30	1.842000000E+02	1.624852000E+08
	---	---
	1.840533000E+02	1.612008000E+08

Mese di DICEMBRE 1984

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.842000000E+02	1.624852000E+08
2	1.842000000E+02	1.624852000E+08
3	1.842000000E+02	1.624852000E+08
4	1.842000000E+02	1.624852000E+08
5	1.842500000E+02	1.629258000E+08
6	1.843000000E+02	1.633686000E+08
7	1.843000000E+02	1.633686000E+08
8	1.843000000E+02	1.633686000E+08
9	1.843000000E+02	1.633686000E+08
10	1.843000000E+02	1.633686000E+08
11	1.843000000E+02	1.633686000E+08
12	1.843000000E+02	1.633686000E+08
13	1.843000000E+02	1.633686000E+08
14	1.843000000E+02	1.633686000E+08
15	1.843000000E+02	1.633686000E+08
16	1.843000000E+02	1.633686000E+08
17	1.843000000E+02	1.633686000E+08
18	1.843000000E+02	1.633686000E+08
19	1.843000000E+02	1.633686000E+08
20	1.843500000E+02	1.638125000E+08
21	1.844000000E+02	1.642579000E+08
22	1.844500000E+02	1.647040000E+08
23	1.846000000E+02	1.660534000E+08
24	1.847000000E+02	1.669593000E+08
25	1.847500000E+02	1.674143000E+08
26	1.848000000E+02	1.678714000E+08
27	1.848000000E+02	1.678714000E+08
28	1.848500000E+02	1.683286000E+08
29	1.852000000E+02	1.715749000E+08
30	1.871500000E+02	1.909279000E+08
31	1.877500000E+02	1.973152000E+08
	---	---
	1.846145000E+02	1.663586000E+08

TABELLA 2

Mese di GENNAIO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.880000000E+02	2.000368000E+08
2	1.882000000E+02	2.022393000E+08
3	1.883000000E+02	2.033492000E+08
4	1.884000000E+02	2.044650000E+08
5	1.884500000E+02	2.050249000E+08
6	1.888000000E+02	2.089835000E+08
7	1.889500000E+02	2.107012000E+08
8	1.890000000E+02	2.112766000E+08
9	1.890000000E+02	2.112766000E+08
10	1.891500000E+02	2.130109000E+08
11	1.891500000E+02	2.130109000E+08
12	1.892000000E+02	2.135929000E+08
13	1.892000000E+02	2.135929000E+08
14	1.892000000E+02	2.135929000E+08
15	1.892500000E+02	2.141749000E+08
16	1.893000000E+02	2.147592000E+08
17	1.897000000E+02	2.194813000E+08
18	1.900500000E+02	2.236874000E+08
19	1.903000000E+02	2.267337000E+08
20	1.905000000E+02	2.291970000E+08
21	1.907000000E+02	2.316824000E+08
22	1.908000000E+02	2.329337000E+08
23	1.909000000E+02	2.341909000E+08
24	1.910000000E+02	2.354533000E+08
25	1.910500000E+02	2.360873000E+08
26	1.911000000E+02	2.367212000E+08
27	1.911500000E+02	2.373578000E+08
28	1.913000000E+02	2.392751000E+08
29	1.914500000E+02	2.412050000E+08
30	1.915000000E+02	2.418511000E+08
31	1.916000000E+02	2.431477000E+08
	---	---
	1.898274000E+02	2.213578000E+08

Mese di FEBBRAIO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.916500000E+02	2.437975000E+08
2	1.917000000E+02	2.444502000E+08
3	1.917500000E+02	2.451030000E+08
4	1.918000000E+02	2.457579000E+08
5	1.918500000E+02	2.464140000E+08
6	1.918500000E+02	2.464140000E+08
7	1.919000000E+02	2.470715000E+08
8	1.919000000E+02	2.470715000E+08
9	1.919500000E+02	2.477298000E+08
10	1.919500000E+02	2.477298000E+08
11	1.919500000E+02	2.477298000E+08
12	1.923500000E+02	2.530515000E+08
13	1.927500000E+02	2.584642000E+08
14	1.929000000E+02	2.605167000E+08
15	1.930500000E+02	2.625832000E+08
16	1.931000000E+02	2.632746000E+08
17	1.931500000E+02	2.639675000E+08
18	1.931500000E+02	2.639675000E+08
19	1.931500000E+02	2.639675000E+08
20	1.931000000E+02	2.632746000E+08
21	1.931000000E+02	2.632746000E+08
22	1.931000000E+02	2.632746000E+08
23	1.930000000E+02	2.618929000E+08
24	1.929500000E+02	2.612048000E+08
25	1.929000000E+02	2.605167000E+08
26	1.928000000E+02	2.591468000E+08
27	1.928000000E+02	2.591468000E+08
28	1.928000000E+02	2.591468000E+08
	---	---
	1.925143000E+02	2.553550000E+08

Mese di MARZO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.928000000E+02	2.591468000E+08
2	1.928000000E+02	2.591468000E+08
3	1.928000000E+02	2.591468000E+08
4	1.928000000E+02	2.591468000E+08
5	1.928000000E+02	2.591468000E+08
6	1.928000000E+02	2.591468000E+08
7	1.928000000E+02	2.591468000E+08
8	1.928000000E+02	2.591468000E+08
9	1.928000000E+02	2.591468000E+08
10	1.928500000E+02	2.598315000E+08
11	1.929000000E+02	2.605167000E+08
12	1.930000000E+02	2.618929000E+08
13	1.932500000E+02	2.653569000E+08
14	1.940500000E+02	2.766791000E+08
15	1.941500000E+02	2.781197000E+08
16	1.940000000E+02	2.759612000E+08
17	1.937700000E+02	2.726760000E+08
18	1.938500000E+02	2.738148000E+08
19	1.938000000E+02	2.731024000E+08
20	1.938500000E+02	2.738148000E+08
21	1.938000000E+02	2.731024000E+08
22	1.941000000E+02	2.773993000E+08
23	1.940500000E+02	2.766791000E+08
24	1.938500000E+02	2.738148000E+08
25	1.937000000E+02	2.716809000E+08
26	1.937000000E+02	2.716809000E+08
27	1.936500000E+02	2.709729000E+08
28	1.936500000E+02	2.709729000E+08
29	1.936000000E+02	2.702657000E+08
30	1.936000000E+02	2.702657000E+08
31	1.936000000E+02	2.702657000E+08
	---	---
	1.934184000E+02	2.677802000E+08

Mese di APRILE 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.935500000E+02	2.695610000E+08
2	1.935000000E+02	2.688563000E+08
3	1.935000000E+02	2.688563000E+08
4	1.935500000E+02	2.695610000E+08
5	1.935500000E+02	2.695610000E+08
6	1.935500000E+02	2.695610000E+08
7	1.936000000E+02	2.702657000E+08
8	1.936000000E+02	2.702657000E+08
9	1.936000000E+02	2.702657000E+08
10	1.936000000E+02	2.702657000E+08
11	1.936000000E+02	2.702657000E+08
12	1.936000000E+02	2.702657000E+08
13	1.936000000E+02	2.702657000E+08
14	1.936000000E+02	2.702657000E+08
15	1.936000000E+02	2.702657000E+08
16	1.936500000E+02	2.709729000E+08
17	1.939000000E+02	2.745286000E+08
18	1.942500000E+02	2.795667000E+08
19	1.942000000E+02	2.788432000E+08
20	1.940000000E+02	2.759612000E+08
21	1.939500000E+02	2.752444000E+08
22	1.940000000E+02	2.759612000E+08
23	1.940000000E+02	2.759612000E+08
24	1.940500000E+02	2.766791000E+08
25	1.940500000E+02	2.766791000E+08
26	1.941000000E+02	2.773993000E+08
27	1.941000000E+02	2.773993000E+08
28	1.941000000E+02	2.773993000E+08
29	1.941500000E+02	2.781197000E+08
30	1.941500000E+02	2.781197000E+08
	---	---
	1.938083000E+02	2.732394000E+08

TABELLA 2

Mese di MAGGIO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.941500000E+02	2.781197000E+08
2	1.941500000E+02	2.781197000E+08
3	1.941500000E+02	2.781197000E+08
4	1.941500000E+02	2.781197000E+08
5	1.941500000E+02	2.781197000E+08
6	1.941500000E+02	2.781197000E+08
7	1.941500000E+02	2.781197000E+08
8	1.941500000E+02	2.781197000E+08
9	1.941500000E+02	2.781197000E+08
10	1.941500000E+02	2.781197000E+08
11	1.941500000E+02	2.781197000E+08
12	1.941500000E+02	2.781197000E+08
13	1.941500000E+02	2.781197000E+08
14	1.941000000E+02	2.773993000E+08
15	1.941000000E+02	2.773993000E+08
16	1.941000000E+02	2.773993000E+08
17	1.941000000E+02	2.773993000E+08
18	1.940500000E+02	2.766791000E+08
19	1.940500000E+02	2.766791000E+08
20	1.940000000E+02	2.759612000E+08
21	1.940000000E+02	2.759612000E+08
22	1.940000000E+02	2.759612000E+08
23	1.939000000E+02	2.745286000E+08
24	1.938000000E+02	2.731024000E+08
25	1.938000000E+02	2.731024000E+08
26	1.937500000E+02	2.723911000E+08
27	1.937000000E+02	2.716809000E+08
28	1.936000000E+02	2.702657000E+08
29	1.935500000E+02	2.695610000E+08
30	1.935500000E+02	2.695610000E+08
31	1.935000000E+02	2.688563000E+08
	---	---
	1.937871000E+02	2.757895000E+08

Mese di GIUGNO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.935000000E+02	2.688563000E+08
2	1.934500000E+02	2.681539000E+08
3	1.933500000E+02	2.667530000E+08
4	1.933500000E+02	2.667530000E+08
5	1.933000000E+02	2.660539000E+08
6	1.932500000E+02	2.653569000E+08
7	1.932000000E+02	2.646611000E+08
8	1.931500000E+02	2.639675000E+08
9	1.930000000E+02	2.618929000E+08
10	1.929000000E+02	2.605167000E+08
11	1.928000000E+02	2.591468000E+08
12	1.927000000E+02	2.577827000E+08
13	1.926500000E+02	2.571024000E+08
14	1.926000000E+02	2.564238000E+08
15	1.925000000E+02	2.550708000E+08
16	1.924000000E+02	2.537234000E+08
17	1.923000000E+02	2.523822000E+08
18	1.922000000E+02	2.510458000E+08
19	1.920500000E+02	2.490518000E+08
20	1.919500000E+02	2.477298000E+08
21	1.918500000E+02	2.464140000E+08
22	1.917500000E+02	2.451030000E+08
23	1.916500000E+02	2.437975000E+08
24	1.916000000E+02	2.431477000E+08
25	1.915500000E+02	2.424983000E+08
26	1.914500000E+02	2.412050000E+08
27	1.913500000E+02	2.399168000E+08
28	1.912500000E+02	2.386345000E+08
29	1.912000000E+02	2.379951000E+08
30	1.910500000E+02	2.360873000E+08
	---	---
	1.923767000E+02	2.535741000E+08

Mese di LUGLIO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.909500000E+02	2.348216000E+08
2	1.908500000E+02	2.335622000E+08
3	1.908000000E+02	2.329337000E+08
4	1.907000000E+02	2.316824000E+08
5	1.906000000E+02	2.304373000E+08
6	1.904500000E+02	2.285796000E+08
7	1.903500000E+02	2.273478000E+08
8	1.902500000E+02	2.261219000E+08
9	1.901000000E+02	2.242937000E+08
10	1.900000000E+02	2.230821000E+08
11	1.899000000E+02	2.218761000E+08
12	1.898000000E+02	2.206763000E+08
13	1.896500000E+02	2.188860000E+08
14	1.895500000E+02	2.176995000E+08
15	1.894000000E+02	2.159313000E+08
16	1.893000000E+02	2.147592000E+08
17	1.891500000E+02	2.130109000E+08
18	1.891000000E+02	2.124318000E+08
19	1.890000000E+02	2.112766000E+08
20	1.888500000E+02	2.095545000E+08
21	1.887500000E+02	2.084136000E+08
22	1.886500000E+02	2.072783000E+08
23	1.885000000E+02	2.055860000E+08
24	1.884000000E+02	2.044650000E+08
25	1.882500000E+02	2.027937000E+08
26	1.881000000E+02	2.011357000E+08
27	1.879500000E+02	1.994901000E+08
28	1.878500000E+02	1.983997000E+08
29	1.877500000E+02	1.973152000E+08
30	1.876000000E+02	1.956992000E+08
31	1.874000000E+02	1.935644000E+08
	---	---
	1.892887000E+02	2.149389000E+08

Mese di AGOSTO 1985

	qgiornaliera	Vgiornaliero
1	1.872500000E+02	1.919782000E+08
2	1.871000000E+02	1.904052000E+08
3	1.870000000E+02	1.893627000E+08
4	1.869000000E+02	1.883268000E+08
5	1.868000000E+02	1.872961000E+08
6	1.866500000E+02	1.857599000E+08
7	1.865000000E+02	1.842378000E+08
8	1.864000000E+02	1.832295000E+08
9	1.863000000E+02	1.822275000E+08
10	1.862500000E+02	1.817283000E+08
11	1.862000000E+02	1.812303000E+08
12	1.861000000E+02	1.802393000E+08
13	1.860000000E+02	1.792543000E+08
14	1.859000000E+02	1.782747000E+08
15	1.858000000E+02	1.773004000E+08
16	1.857000000E+02	1.763319000E+08
17	1.856500000E+02	1.758504000E+08
18	1.856000000E+02	1.753696000E+08
19	1.855000000E+02	1.744122000E+08
20	1.854000000E+02	1.734603000E+08
21	1.853500000E+02	1.729873000E+08
22	1.853000000E+02	1.725146000E+08
23	1.852500000E+02	1.720442000E+08
24	1.852000000E+02	1.715749000E+08
25	1.851500000E+02	1.711066000E+08
26	1.851000000E+02	1.706403000E+08
27	1.850500000E+02	1.701754000E+08
28	1.850000000E+02	1.697116000E+08
29	1.849000000E+02	1.687884000E+08
30	1.849000000E+02	1.687884000E+08
31	1.848500000E+02	1.683286000E+08
	---	---
	1.858403000E+02	1.778367000E+08

Tabella 3 : Bilancio idrologico pluriennale (volumi in milioni di m^3)

Anno	Afflusso annuo	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
1923-1924	286.80	63.86	174.53	18.11	0.40
1924-1925	210.86	110.82	49.74	47.49	2.81
1925-1926	331.97	152.13	131.68	39.36	8.30
1926-1927	176.80	72.26	85.65	19.31	- 0.42
1927-1928	194.69	91.67	82.69	26.17	5.88
1928-1929	254.58	11.18	160.91	36.83	45.66
1929-1930	268.30	56.94	139.78	63.59	7.99
1930-1931	311.71	50.09	244.88	20.20	- 3.46
1931-1932	212.70	42.98	141.42	26.63	1.07
1932-1933	219.77	35.30	166.09	23.69	5.01
1933-1934	473.25	195.55	193.30	60.65	23.75
1934-1935	218.94	41.68	163.75	16.54	3.03
1935-1936	224.75	49.73	140.19	22.43	12.40
1936-1937	179.04	18.46	95.47	53.37	11.70
1937-1938	276.57	67.07	180.01	24.69	3.20
1938-1939	258.93	11.35	169.91	70.44	7.13
1939-1940	487.99	101.29	263.51	109.48	12.92
1940-1941	403.86	72.78	254.03	74.00	3.05
1941-1942	413.83	52.42	334.18	30.07	- 2.84
1942-1943	207.31	12.22	149.57	40.88	4.64
1943-1944	250.52	60.45	156.58	27.82	5.67
1944-1945	226.00	51.56	165.53	1.52	7.37
1945-1946	229.33	69.37	127.34	34.13	- 1.51
1946-1947	300.23	111.52	129.99	38.04	14.68
1947-1948	193.03	72.39	73.37	41.29	2.98
1948-1949	168.05	30.91	119.01	18.79	- 1.56
1949-1950	157.38	42.82	88.59	15.38	10.69
1950-1951	313.82	77.33	176.38	16.88	40.23
1951-1952	204.55	117.17	159.03	7.16	1.17
1952-1953	365.81	160.19	198.00	18.56	0.06

Tabella 4 : Quote di invaso del lago di Occhito (m.s.l.m.) dal 1971 al 1984

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
GENNAIO	167.00	-	186.40	179.80	184.50	189.60	181.60	173.30	177.60	179.50	182.70	173.70	170.08	174.85
FEBBRAIO	174.70	166.00	193.20	179.60	184.70	189.80	186.50	171.00	182.00	182.60	185.70	173.80	170.00	178.85
MARZO	183.20	168.60	194.50	182.30	185.10	191.70	187.60	172.20	182.10	181.70	186.60	173.60	175.10	187.70
APRILE	189.60	175.00	194.15	183.60	187.20	193.40	178.50	175.70	184.40	184.20	187.80	178.80	177.00	191.60
MAGGIO	193.00	176.80	183.90	187.20	187.70	194.30	178.40	183.50	185.60	184.00	188.20	179.20	177.90	193.15
GIUGNO	193.30	178.40	182.60	188.40	188.00	195.00	177.50	183.30	165.10	186.30	185.90	177.50	177.00	192.90
LUGLIO	174.80	177.50	182.80	188.20	187.20	185.00	176.00	182.30	163.70	187.30	183.30	175.00	174.75	191.45
AGOSTO	162.00	177.00	182.00	187.00	185.90	183.60	173.90	179.20	181.00	185.20	179.60	172.47	172.25	188.40
SETTEMBRE	153.80	176.90	181.40	185.60	185.20	183.40	172.60	177.50	178.90	183.00	177.00	171.69	171.60	
OTTOBRE	-	178.40	180.40	184.40	184.70	182.80	171.90	176.40	177.70	180.60	175.90	170.78	170.70	
NOVEMBRE	-	180.40	179.20	183.90	184.40	182.40	171.10	175.70	176.20	179.60	174.60	169.93	169.96	
DICEMBRE	-	182.70	178.20	184.70	186.00	185.40	170.50	175.00	178.60	180.50	173.60	169.11	169.63	

TABELLA 5 : Fattori di conversione impiegati per la stima dei carichi inquinanti (Abitanti equivalenti per addetto)

1. ATTIVITA' INDUSTRIALI

Codice ISTAT	NOMI ATTIVITA'	Coeff. Pop. Equiv.
11	ESTRAZ. E AGGLOMERAZ. COMBUSTIBILI SOLIDI	20
12	COKERIE	96
13	ESTRAZ. PERTROLIO E GAS NATURALI	30
14	IND. PETROLIFERA	65
15	IND. COMBUSTIBILI NUCLEARI	0,6
16	PROD. DISTRIBUZ. ENERGIA ELETTRICA E GAS	1,4
17	RACCOLTA, DEPURAZ. E DISTRIBUZ. ACQUA	0,6
21	ESTRAZ. E PREPARAZ. MINERALI METALLIFERI	5
22	PRODUZ. E PRIMA TRASFORMAZIONE METALLI	2,3
23	ESTRAZ. MINERALI NON METALLIFERI, TORBIERE	30
24	LAVORAZ. MINERALI NON METALLIFERI	1,5
25	IND. CHIMICHE	68
26	PRODUZ. FIBRE ARTIF. E SINTETICHE	40
31	COSTRUZ. PRODOTTI IN METALLO	2
32	COSTRUZ. INSTALLAZ. MACCHINE	1
33	COSTRUZ. INSTALLAZ. E RIPARAZ. MACCHINE UFF.	0,6
34	COSTRUZ. INSTALLAZ. IMPIANTI	1
35	COSTRUZ. MONTAGGIO AUTOVEICOLI E CARROZZERIE	1,7
36	IND. COSTRUZ. ALTRI MEZZI TRASPORTO	1,7
37	COSTRUZ. APPARECCHI PRECISIONE. OROLOGERIA	0,6
41	IND. ALIMENTARI DI BASE	84
42	IND. ZUCCHERO, BEVANDE E TABACCO	343
43	IND. TESSILI	18
44	IND. PELLI E DEL CUOIO	57
45	IND. CALZATURE, ABBIGLIAMENTO E BIANCHERIA	0,6
46	IND. LEGNO E MOBILI IN LEGNO	1,6
47	IND. CARTA, STAMPA ED EDITORIA	60
48	IND. GOMMA E MANUFATTI MATERIE PLASTICHE	15
49	IND. MANUFATTURIERE DIVERSE	2

TABELLA 5

2. ZOOTECNIA

Specie allevata	Abitanti equivalenti / capo	Fosforo (P) (Kg/capo-anno)	Azoto (N) (Kg/capo-anno)
Bovini	10,2	9,1	70,2
Ovini e Caprini	3,3	1,5	9,0
Equini	10,5	11,8	76,8
Suini	3	5,6	18,7
Pollame	0,2	0,06	0,17

Carico di fosforo (quintali/anno)

Civile = abitanti residenti x $0.64.10^{-2}$
Industriale = civile x 0.1
Zootecnico = n. capi x fatt. conversione x 0.05
Suolo = suolo coltivato (ettari) x 0.005
suolo incolto (ettari) x 0.001

Carico di azoto (quintali/anno)

Civile = abitanti residenti x $2.25.10^{-2}$
Industriale = addetti totali x 0.1
Zootecnico = n. capi x fatt. conversione x 0.05
Suolo = suolo coltivato (ettari) x 0.12
suolo incolto (ettari) x 0.02

Carico organico (kg/giorno)

(Abitanti residenti + equivalenti industriali + equivalenti zootecnici) x 0.054

TABELLA 6 : Metodi analitici impiegati

Temperatura	: termistore digitale
Conducibilità	: metodo conduttimetrico
pH	: metodo elettrometrico
Trasparenza	: disco di Secchi (Ø = 25 cm)
fosforo ortofosfato	: metodo spettrofometrico con formazione di complesso fosfomolibdico (Murphy e Riley, 1962)
fosforo totale	: idem previa digestione in autoclave e aggiunta di persolfato (IRSA, 1980)
azoto nitrico	: m. spettrofotometrico UV con doppia lettura (220 um e 275 um) secondo APHA, 1980
azoto nitroso	: per diazotazione e lettura spettrofotometrica a 543 um (Strickland e Parsons, 1972)
azoto ammoniacale	: m. spettrofotometrico con complesso fenolipoclorito (Chiaudani e Gaggino, 1981)
ossigeno disciolto	: m. volumetrico di Winkler modificato da Alsterberg (APHA, 1980)
alcalinità	: titolazione conduttimetrica (IRSA, 1980)
clorofilla	: filtrazione su filtro a 0.45 um, estrazione con acetone e dimetilsulfossido, centrifugazione e lettura spettrofotometrica a 663 e 750 um (Strikland e Parsons, 1972)
silicati	: spettrofotometria con reattivo molibdico (APHA, 1980
cloruri	: titolazione argentometrica (IRSA, 1980)
solfati	: metodo turbidimetrico di Wimbereley (1968)
metalli alcalini e alcalino ferrosi	: spettrofotometria ad assorbimento atomico (IRSA, 1980)
metalli pesanti	: spettrofotometria ad assorbimento atomico senza fiamma (IRSA, 1980)
idrocarburi clorurati	: mediante gascromatografia (IRSA, 1977)

Le analisi dei sali nutritivi disciolti sono state effettuate previa filtrazione su filtro a 0.45 µm.

Tabella 7: ELEMENTI TERRITORIALI (PER COMUNE) PER LA VALUTAZIONE DEI CARICHI INQUINANTI PRODOTTI

	POPOLAZIONE	INDUSTRIA		ZOOTECNIA (n. capi)				SUOLO (ha)	
		Addetti totali	Abitanti equival.	Bovini	Ovini	Equini	Suini	Coltivato	Incolto
BACINO: TAPPINO									
Campobasso	18.560	1.185	40.733	1.386	137	29	1.180	2.238	1.046
Campodipietra	1.543	60	3.065	250	241	9	236	1.258	691
Campolieto	826	6	459	226	271	13	126	976	591
Cerce Maggiore	1.409	13	349	216	303	3	117	1.392	358
Cerce Piccola	88	1	10	31	52	1	13	92	56
Ferrazzano	1.629	27	1.276	270	391	11	216	1.164	498
Gambatesa	2.157	2.538	91.141	400	583	18	140	3.211	1.910
Gildone	1.047	18	770	350	186	9	122	2.122	851
Jelsi	2.017	49	787	800	583	65	1.200	1.927	923
Matrice	881	49	3.820	549	721	33	334	1.206	516
Monacilioni	830	7	421	382	961	14	240	1.657	1.051
Mirabello S.	1.602	37	1.844	250	266	7	171	1.045	1.098
Riccia	207	120	3.363	2.768	1.131	29	2.282	4.690	2.091
S.Giovanni in Galdo	929	28	1.372	50	41	4	40	898	1.045
Vicchiaturo	277	17	292	110	12	1	27	158	230
Toro	1.573	45	994	200	126	6	124	1.190	1.205
Pietracatella	1.915	27	1.775	638	1.602	23	400	3.211	2.315
TOTALE	47.426	4.216	152.460	8.826	7.607	295	6.928	27.605	15.944

Tabella 7 ELEMENTI TERRITORIALI (PER COMUNE) PER LA VALUTAZIONE DEI CARICHI INQUINANTI PRODOTTI

	POPOLAZIONE	INDUSTRIA		ZOOTECNIA (n. capi)				SUOLO (ha)	
		Addetti totali	Abitanti equival.	Bovini	Ovini	Equini	Suini	Coltivato	Incolto
BACINO: FORTORE									
Alberona	242	3	66	111	223	4	2	515	404
Baselice	2.916	16	264	2.391	860	57		2.765	1.807
Castelfranco	80	1	11	159	191	6		252	22
Castelvetere V.F.	3.073	38	1.546	2.000	300	30		2.374	1.074
Colle Sannita	621	3	102	366	79	4		374	1.355
Foiano V.F.	1.540	32	710	1.200	400	15		1.823	2.251
Molinara	286	13	474	212	42	1		234	106
Montefalcone V.F.	1.130	16	281	525	477	19		1.034	958
Roseto V.F.	2.436	7	206	474	1.113	27	26	3.291	833
S. Bartolomeo in G.	6.573	99	2.936	3.000	500	30		6.488	1.743
Tufaro	1.397	34	1.221	400	1.165	20	110	2.391	1.133
TOTALE	20.294	283	7.819	10.838	5.350	213	138	21.542	10.378

Tabella 7 ELEMENTI TERRITORIALI (PER COMUNE) PER LA VALUTAZIONE DEI CARICHI INQUINANTI PRODOTTI

	POPOLAZIONE	INDUSTRIA		ZOOTECNIA (n. capi)				SUOLO (ha)	
		Addetti totali	Abitanti equival.	Bovini	Ovini	Equini	Suini	Coltivato	Incolto
BACINO: LA CATOLA									
S. Marco L.C.	2.194	31	658	25	660	4	30	2.171	2.840
Volturara A.	1.098	7	422	230	344	4	2	2.856	5.187
TOTALE	3.292	38	1.080	255	1.004	8	32	5.027	8.027
BACINO: OCCHITO									
Celenza V.	1.501	19	414	79	1.533	3	28	2.330	1.604
Macchia V.	1.101	22	1.545	127	320	5	75	1.169	1.424
Carlantino	---	--	---	70	715		9	726	729
TOTALE	2.602	41	1.259	276	2.568	8	112	4.225	3.757
BACINO: CIGNO									
S. Elia a Pianisi	2.573	152	6.679	827	2.080	33	487	4.667	1.807
Ripabottoni	378			265	517	8	121	858	367
Bonefro	703	5	151	40	217	5	80	793	30
Colletorta	142	4	151	1	10		16	144	17
TOTALE	3.796	161	6.981	1.073	2.824	46	704	6.462	2.221

TABELLA 8

Classe di attività

Codice ISTAT	Denominazione
11	Estrazione e agglomerazione combustibili solidi
12	Cokeria
13	Estrazione petrolio e gas naturali
14	Industria petrolifera
15	Industria combustibili nucleari
16	Produzione distribuzione energia elettrica e gas
17	Raccolta depurazione e distribuzione acqua
21	Estrazione e preparazione minerali metalliferi
22	Produzione e prima trasformazione metalli
23	Estrazione minerali non metalliferi. Torbiere
24	Lavorazione minerali non metalliferi
25	Industrie chimiche
26	Produzione fibre artificiali e sintetiche
31	Costruzione prodotti in metallo
32	Costruzione installazione macchine
33	Costruzione installazione e riparazione macchine ufficio
34	Costruzione installazione impianti
35	Costruzione montaggio autoveicoli e carrozzeria
36	Industria costruzioni, altri mezzi di trasporto
37	Costruzioni apparecchi precisione. Orologeria
41	Industrie alimentari di base
42	Industrie zucchero, bevande e tabacco
43	Industrie tessili
44	Industrie pelli o del cuoio
45	Industrie calzature, abbigliamento e biancheria
46	Industrie legno e mobili in legno
47	Industrie carta, stampa ed editoria
48	Industrie gomme e manufatti materie plastiche
49	Industrie manifatturiere diverse

CODICE ISTAT	CARLANTINO (FG)		CELENZA VALFORTORE (FG)		VOLTURARA APPULA (FG)		S. MARCO LA CATOLA (FG)		ROSETO VALFORTORE (FG)	
	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI
11										
12										
13										
14										
15										
16			1	4						
17			1	1	1	1	1	1		
21										
22										
23										
24										
25										
26										
31	1	1			1	1				
32										
33										
34										
35										
36										
37										
41	2	2	4	7	2	5	4	7	3	3
42										
43			5	5			2	2		
44										
45			8	8			2	2	3	3
46	2	2	5	7			6	8	3	3
47										
48										
49										
PERCENTUALE INFLUENTE SUL BACINO	42.6		59.2		100		100		79.7	

segue TABELLA 8

CODICE ISTAT	ALBERONA (FG)		CASTELVETERE IN VALFORTORE (BN)		FOIANO IN VALFORTORE (BN)		BASELICE (BN)		SAN BARTOLOMEO IN GALDO (BN)		MONTEFALCONE DI VALFORTORE (BN)		MOLINARA (BN)		CASTELFRANCO IN MISCANO (BN)	
	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI
11																
12																
13																
14																
15																
16	1	3									2	6				
17											2	5				
21																
22			1	1												
23			1	2												
24					1	2	1	3	3	8			1	3		
25									1	3						
26																
31	3	3	2	3			3	3	13	16	3	3	3	5	2	2
32									3	4			1	2		
33																
34					1	6										
35																
36																
37																
41	2	4	8	17	5	8	2	3	9	18	4	6	9	39	2	2
42									1	2						
43			2	2					7	8	3	3	1	1		
44																
45	2	2	7	7			1	1	16	24	4	4	2	35	2	2
46	5	5	5	6	3	7	5	7	10	16	5	7	6	6	5	5
47									2	5						
48																
49					1	9										
PERCENTUALE INFLUENTE SUL BACINO	18.7		100		100		95.6		100		47.8		14.2		6.4	

segue TABELLA 8

CODICE ISTAT	COLLE SANNITA (BN)		TUFARA (CB)		VINCHIATURO (CB)		RICCIA (CB)		CAMPOLIETO (CB)		MATRICE (CB)		CERCEMAGGIORE (CB)		CERCEPICCOLA (CB)	
	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI
11																
12																
13																
14													1	9		
15																
16							2	6								
17			1	1	3	10			1	1			2	2		
21																
22																
23					1	16	2	27								
24			1	13	3	22	4	8					1	2		
25					1	9										
26																
31	3	3	1	1	5	40	10	16	2	4			5	5	1	1
32					1	12										
33													1	10		
34																
35					1	10										
36																
37																
41	7	7	7	14	4	16	13	28			4	40	3	6		
42									1	2	1	2				
43	2	2	1	1	2	2	9	9								
44																
45	3	3	1	1	1	1	9	11			3	3	3	4	1	1
46	7	7	3	3	4	20	17	18	3	3	3	4	6	7	1	1
47							1	1			1	7				
48											1	3				
49					1	2										
PERCENTUALE INFLUENTE SUL BACINO	15.9		100		11.0		97.1		64.7		84.5		31.0		9.0	

segue TABELLA 8

CODICE ISTAT	PIETRACATELLA (CB)		TERAZZANO (CB)		MIRABELLO SANNITICO (CB)		CAMPOBASSO (CB)		GILDONE (CB)		GAMBATESA (CB)		JELSI (CB)		CAMPODIPIETRA (CB)	
	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI
11																
12																
13																
14																
15																
16							11	293								
17							1	96								
21																
22							1	6								
23					1	13	3	4			1	10				
24					1	1	16	86			5	19			1	6
25							3	21								
26																
31	2	4	2	12	2	3	33	162	3	3	3	3	7	12	2	6
32						4	4	20								
33							1	10								
34			1	2			16	228								
35							1	9					1	5		
36																
37							7	10								
41	7	21	1	2	5	13	48	559	4	9	7	18	6	7	8	36
42			1	3	1	1	5	29			1	1				
43							28	46			6	6	7	8	1	1
44							3	19								
45			2	2	1	1	71	117	2	2	8	8	4	5		
46	2	2	4	4	3	5	63	145	4	4	4	5	9	12	1	1
47							21	107								
48			1	2			5	38								
49							3	4			2	8				
PERCENTUALE INFLUENTE SUL BACINO	100		100		100		8.9		100		100		100		100	

segue TABELLA 8

CODICE ISTAT	TORO (CB)		MONACILIONI (CB)		SAN GIOVANNI IN GALDO (CB)		SANT'ELIA A PIANISI (CB)		COLLETORTO (CB)		BONEFRO (CB)		RIPABOTTONI (CB)		MACCHIA VALFORTORE (CB)	
	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI	UNITÀ LOCALI	ADDETTI
11																
12																
13																
14																
15																
16							1	6								
17			1	1							1	1				
21																
22																
23							2	2								
24	1	24					2	6								
25																
26																
31	3	6					6	6	7	33	6	7				
32																
33																
34																
35																
36																
37																
41	4	11	3	5	5	16	9	81	3	83	4	6			5	18
42																
43	1	1			1	1	3	3	3	3	2	2				
44																
45	1	1	1	1	5	8	1	53	7	7	1	1	1	1		
46	2	2			3	3	1	1	10	10					2	2
47																
48							1	1	1	4					1	2
49																
PERCENTUALE INFLUENTE SUL BACINO	100		100		100		95.5		4.5		26.6		38.4		100	

Tabella 9 STIMA DEI CARICHI INQUINANTI TRATTATI

SOTTOBACINO	COMUNE	ABITANTI RESIDENTI INFLUENTI	ABITANTI SERVITI	TIPO DI IMPIANTO	ABBATTIMENTO (q.li/anno)		
					P	N	SO
T. LA CATOLA	S.Marco La Catola	2.194	2.194	I			
	Volturara Appuela	1.098	1.098	I	3,15	29,62	583.93
T. CIGNO	S.Elia a Pianisi	2.696	2.573	I + II			
	Bonefro	2.640	703	I + II + III	17,81	29,48	581.12
F.FORTORE	Alberona	1.297	242	I + II			
	Roseto Val Fortore	3.055	2.436	I + II			
	S.Bartolomeo in G.	6.573	6.573 (5800)	I + II	8,88	82,85	1641.0
B.Occhito	Celenza Val Fortore	2.537	1.501	I + II			
	Macchia Valfortore	1.101	1.101	I + II	2,50	23,41	426.20
F.TAPPINO	Campobasso	48.291	28.946	I + II			
	Ferazzano	1.629	1.547	I + II			
	Mirabello	1.602	1.760	I + II			
	Pietracatella	1.915	2.315	I + II	33,18	311,11	6128.35
TOTALE			52.989		65,52	476,47	9360.6

Tabella 10: QUadro riassuntivo del carico inquinante teorico prodotto

SOTTOBACINO	C. CIVILE			C. INDUSTRIALE			C. ZOOTECNICO			C. DA SUOLO		C. TOTALE		
	N	P	SO	N	P	SO	N	P	SO	N	P	N	P	SO
TAPPINO	1067.0	303.5	9347.6	73.4	30.3	4536.9	420.1	67.0	41281.8	3631.5	170.5	5192.1	569.4	55166.3
LA CATOLA	74.0	21.0	648.6	3.8	2.1	212.8	14.0	2.0	1200.8	663.2	31.1	755.1	56.3	2062.2
OCCHITO	58.5	16.6	513.5	4.1	1.6	384.3	22.5	3.5	2306.8	582.2	27.5	667.2	49.4	3204.6
FORTORE	455.6	129.8	3999.7	28.3	12.9	1829.0	413.9	54.9	25790.9	2792.6	131.0	3691.5	328.8	31618.7
CIGNO	85.4	24.2	747.9	16.0	2.4	1372.0	65.9	11.8	7725.6	819.8	38.4	987.2	76.9	9845.5
TOTALE (senza trattamento)	1741.5	495.1	15257.3	125.6	49.3	8335.0	1205.6	234.2	78305.9	8589.4	398.9	11293.1	1080.8	101897.3
TOTALE (con trattamento)	1265.0	429.6	5860.8									10816.6	1015.3	92536.7

Tabella 11: Determinazioni analitiche alle foci dei corsi d'acqua affluenti

	Temp. °C	O_2 mg/l	COND. µs	$N\text{-}NO_3$ mg/l	$N\text{-}NO_2$ µg/l	$N\text{-}NH_4$ µg/l	$P\text{-}PO_4$ µg/l	P_T µg/l	Torb. FTU	Coliformi /100 ml
15/9/85										
Cigno			847	0.22	3	7	53	83		
Tappino			654	0.34	7	4	109	155		
Fortore			344	0.25	15	13	49	78		
28/10/84										
Cigno	13.2	10.65		1.16	140		266	(339)		210
Tappino	16.3	10.70		0.12	74		1016	(1321)		1100
Fortore	18.1	10.00		4.50	5		63	(76)		460
25/11/84										
Cigno	12.8	12.75	927	0.33	5	24	1	6		
Tappino	12.8	12.15	713	2.30	11	26	135	189		
Fortore	13.9	13.10	656	0.92	10	11	1	9		
4/12/84										
Cigno	10.8									23
Tappino	11.3									43
Fortore	10.9									43
23/12/84										
Cigno	6.4	11.90		0.96	34		170	(246)		15
Tappino	6.8	11.40		1.43	30		141	(214)		21
Fortore	6.4	9.05		0.81	15		28	(35)		21
10/1/85										
Tappino	2.9			1.40	24		186			
Fortore	3.0			0.48	8		70			
6/2/85										
Cigno	12.4	12.40		1.85	26		210	(290)		93
Tappino	10.7	10.70		2.42	42		256	(361)		1100
Fortore	11.5	11.50		1.61	11		88	(102)		48
26/2/85										
Cigno	6.7	12.5		2.40	22		216	(367)		43
Tappino	7.3	13.4		1.69	31		216	(410)		14
Fortore	6.5	11.6		1.18	9		32	(60)		150
12/3/85										
Cigno			858	1.81	23	30	13	228	52	
Tappino			688	1.30	56	20	153	393	84	
Fortore			654	0.76	16	10	22	126	58	
22/3/85										
Cigno									490	
Tappino									240	
Fortore									580	
27/3/85										
Cigno	11.2	11.15		2.50	23		78	(148)	67	210
Tappino	11.6	11.70		1.92	32		82	(172)	41	1100
Fortore	10.4	11.10		1.34	16		74	(118)	52	240
2/5/85										
Cigno	20.3	11.6		2.10	81		122		66	240
Tappino	20.6	16.6		1.43	36		238		8	2400
Fortore	19.8	12.35		0.84	21		20		19	240
25/5/85										
Cigno	21.1	12.60		2.23	18		140	(196)	4	75
Tappino	20.7	15.00		1.00	79		410	(516)	56	75
Fortore	21.3	10.60		0.48	11		68	(101)	31	93
24/6/85										
Cigno	25.4	10.20		0.64	5		10	(29)	1.1	20
Tappino	23.3	13.10		1.61	17		405	(630)	1.2	210
Fortore	24.4	11.35		0.40	3		12	(45)	2.5	28
1/7/85										
Cigno	28.7		583	1.34	13	16	217	393	1.8	15
Tappino	28.8		458	0.83	22	23	7	13	1.2	28
Fortore	31.3		368	0.58	6	30	7	19	11.0	28
30/8/85										
Cigno										2400
Tappino	22.9	13.00		1.46	56		432		2.3	2400
Fortore	23.2	9.45		0.33	3		206		31.0	2400

VALORI MEDI

	pH	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NO_2$	$N\text{-}NH_4$	$P\text{-}PO_4$	P_{TOT}	COLIF.	CONDUC.	TORB.
Cigno	8.42	1.46	34	19	125	211	520	804	85
Tappino	8.38	1.37	37	18	270	402	990	628	53
Fortore	8.22	1.03	11	16	53	70	560	505	98

TABELLA 12: Profili verticali della temperatura (°C)

STAZIONE 1

PROFONDITA' (m)	DATA 15/9	29/10	29/11	21/12	29/1	14/3	21/5	2/7	30/8
0	22.7	17.8	13.6	11.2	6.8	7.3	21.8	23.5	22.3
1	22.6	17.7	13.5	11.2	6.8	7.3	21.4	23.4	22.3
2	22.2	17.7	13.5	11.2	6.8	7.3	20.4	22.7	22.3
3	22.1	17.7	13.5	11.1	6.8	7.3	20.0	22.5	22.2
4	22.0	17.6	13.5	11.1	6.8	7.2	17.9	22.3	22.2
5	22.0	17.5	13.5	11.1	6.7	7.1	14.7	22.2	22.2
6	21.8	17.4	13.5	11.1	6.7	7.0	14.0	22.1	22.2
7	21.7	17.4	13.4	11.1	6.7	7.0	13.0	21.8	22.2
8	21.6	17.3	13.3	11.1	6.7	6.9	13.7	21.4	22.2
9	21.6	17.2	13.2	11.0	6.7	6.9	13.5	20.5	22.1
10	21.6	17.2	13.0	10.9	6.7	6.9	13.4	19.9	
11	21.6	17.1		10.4	6.7	6.9	13.3	19.2	
12	21.5				6.7	6.9	13.2	18.2	
13	21.2				6.7	6.9	13.1	15.6	
14	20.8				6.7	6.9	13.1	14.6	
15					6.7	6.9	13.0	14.0	
16					6.7	6.9	12.9	13.7	
17						6.9	12.8		
18									

TABELLA 12 STAZIONE 2

PROFONDITA' (m)	DATA 15/9	29/10	29/11	21/12	29/1	14/3	21/5	2/7	30/8
0	23.3	18.0	14.2	11.4	6.7	7.3	21.4	23.4	22.4
1	23.0	18.0	13.9	11.4	6.7	7.3	20.1	23.4	22.4
2	22.1	17.7	13.9	11.3	6.7	7.3	19.7	23.3	22.4
3	21.9	17.7	13.7	11.3	6.7	7.2	19.6	23.2	22.4
4	21.8	17.6	13.7	11.3	6.7	7.1	19.5	22.8	22.3
5	21.8	17.5	13.7	11.3	6.7	7.1	16.2	22.6	22.3
6	21.7	17.4	13.7	11.3	6.7	7.0	14.9	22.6	22.3
7	21.7	17.4	13.7	11.2	6.7	7.0	14.3	22.5	22.3
8	21.7	17.4	13.7	11.2	6.7	7.0	13.9	22.3	22.3
9	21.7	17.4	13.7	11.2	6.7	7.0	13.6	21.5	22.3
10	21.7	17.4	13.7	11.2	6.7	6.9	13.5	20.2	22.3
11	21.7	17.3	13.7	11.2	6.7	6.9	13.3	18.8	21.0
12	21.6	17.3	13.7	11.2	6.7	6.9	13.2	17.9	19.9
13	21.5	17.3	13.7	11.2	6.7	6.9	13.1	17.4	19.0
14	21.4	17.3	13.7	11.2	6.7	6.9	13.1	17.0	17.1
15	20.9	17.3	13.7	11.2	6.7	6.9	13.0	14.8	15.9
16	20.4	14.2	13.7	11.2	6.7	6.9	13.0	14.2	14.6
17	15.8	13.0	13.6	11.2	6.7	6.9	13.0	13.7	13.8
18	14.6	12.5	13.6	11.1	6.7	6.9	12.9	13.4	13.1
19	13.5	12.2	13.5	11.1	6.7	6.9	12.9	13.2	12.6
20	12.6	12.0	13.4	11.1	6.7	6.9	12.8	12.9	12.6
21	12.4	11.9	13.4	11.1	6.7	6.9	12.7	12.8	12.2
22	12.2	11.8	13.0	11.1	6.7	6.9	12.6	12.5	12.1
23	12.1	11.7	12.3	11.1	6.7	6.9	12.4	12.3	12.0
24	11.9	11.7	11.9	11.1	6.7	6.9	17.1	12.1	11.8
25	11.7	11.7	11.5	11.0	6.7	6.9	11.8	11.9	11.6
26	11.6	11.7	11.5	10.8	6.7	6.9	11.7	11.8	
27				10.7	6.7	6.9	11.5	11.8	
28					6.7	6.9	11.2	11.8	./.

TABELLA 12

PROFONDITA' (m)	DATA 15/9	29/10	29/11	21/12	29/1	14/3	21/5	2/7	30/8
29					6.7	6.9	11.0	11.8	
30					6.7	6.9	11.0	11.8	
31					6.7	6.9	10.9	11.8	
32					6.7	6.9	10.8	11.2	
33						6.9	10.6		
34						6.9	10.6		
35						6.9	10.6		

TABELLA 12

STAZIONE 3

PROFONDITA' (m)	DATA 15/9	29/10	29/11	21/12	29/1	14/3	21/5	2/7	30/8
0	23.6	18.0	14.2	11.3	7.1	7.2	19.9	24.0	22.6
1	23.0	17.9	14.1	11.3	6.9	7.0	18.8	24.4	22.6
2	22.2	17.7	14.0	11.3	6.9	6.2	18.6	23.9	22.6
3	22.0	17.6	14.0	11.3	6.9	6.8	18.4	23.7	22.6
4	21.9	17.5	14.0	11.3	6.9	6.8	18.3	23.5	22.6
5	21.9	17.5	14.0	11.3	6.9	6.8	18.2	23.5	22.5
6	21.8	17.4	14.0	11.3	6.9	6.8	18.2	23.0	22.4
7	21.8	17.4	13.9	11.3	6.2	6.8	17.6	22.7	22.4
8	21.7	17.4	13.9	11.3	6.8	6.8	15.6	22.7	22.3
9	21.6	17.4	13.9	11.3	6.8	6.8	14.4	22.6	21.6
10	21.6	17.4	13.9	11.3	6.8	6.8	14.1	22.6	20.7
11	21.6	17.4	13.9	11.3	6.8	6.8	14.0	22.4	20.0
12	21.6	17.4	13.9	11.3	6.8	6.8	13.9	19.1	18.9
13	21.6	17.3	13.9	11.3	6.7	6.8	13.7	17.3	16.8
14	21.5	17.3	13.9	11.3	6.7	6.8	13.5	17.0	14.1
15	20.7	17.3	13.9	11.3	6.7	6.8	13.3	16.0	13.0
16	18.5	17.2	13.9	11.3	6.7	6.8	13.3	15.1	12.4
17	15.6	17.0	13.9	11.3	6.7	6.8	13.2	14.0	12.0
18	14.1	13.9	13.9	11.3	6.7	6.8	13.2	13.6	11.8
19	13.1	12.6	13.9	11.3	6.7	6.8	13.1	13.3	11.7
20	12.7	12.0	13.9	11.3	6.7	6.8	13.0	13.2	11.6
21	12.6	11.9	13.3	11.3	6.7	6.8	12.9	13.0	11.5
22	12.4	11.7	12.7	11.3	6.7	6.8	12.9	12.9	11.5
23	12.1	11.6	12.2	11.3	6.7	6.8	12.7	12.8	11.5
24	12.0	11.6	12.0	11.3	6.7	6.8	12.6	12.7	11.4
25	11.9	11.5	11.7	11.3	6.7	6.8	12.4	12.5	11.4
26	11.8	11.5	11.5	11.3	6.7	6.8	12.3	12.4	11.4
27	11.7	11.5	11.3	11.2	6.7	6.8	12.2	12.4	11.4

./.

TABELLA 12

PROFONDITA' (m)	DATA 15/9	29.10	29/11	21/12	29/1	14/3	21/5	2/7	30/8
28	11.6	11.5	11.3	11.2	6.7	6.8	12.1	12.3	11.3
29	11.6	11.4	11.3	11.1	6.7	6.8	12.0	12.1	11.3
30	11.5	11.4	11.3	11.1	6.7	6.8	11.6	12.1	11.3
31	11.5	11.4	11.2	11.1	6.7	6.8	11.5	12.1	11.3
32	11.4	11.3	11.0	11.1	6.7	6.8	11.3	12.0	11.3
33	11.4	11.2			6.7	6.8	11.2	11.9	11.3
34					6.7	6.8	11.0	11.8	
35					6.7	6.8	10.9	11.8	
36					6.7	6.8	10.7	11.7	
37					6.7	6.8	10.4	11.6	
38					6.7	6.8	10.2	11.6	
39					6.7	6.8	10.2	11.6	
40					6.7	6.8	10.1	11.5	
41						6.8	10.1		
42						6.8			

TABELLA 13: Andamento temporale dei parametri trofici nelle 3 stazioni di controllo

DATA	STAZ.(PROF.)	CONDUC. µS	pH	O_2 mg/l	$N\text{-}NO_3$ mg/l	$N\text{-}NO_2$ µg/l	$N\text{-}NH_4$ µg/l	$P\text{-}PO_4$ µg/l	P_{TOT} µg/l	COLIFORMI /100 ml	DISCO SECCHI m
15/9/84	1 (0)	554	8.08	8.48	1.29	43	26	1.1	53		0.5
	1 (1)	555	8.09	8.68	1.24	44	4	2.6	51		
	1 (2)	554	8.09	8.64	1.27	44	6	1.1	35		
	1 (4)	555	8.01	8.08	1.28	43	6	5.9	23		
	1 (9)	554	8.02	8.04	1.26	45	4	0.5	22		
	1 (11)	559	7.95	7.84	1.24	47	176	3.4	62		
	2 (0)	548	7.90	8.60	1.29	42	8	2.3	21		1.25
	2 (4)	552	7.95	8.48	1.27	43	17	0.8	24		
	2 (9)	552	8.00	8.24	1.28	42	4	9.1	35		
	2 (15)	559	7.90	6.04	1.32	32	4	1.1	24		
	2 (25)	600	7.60	0.16	1.44	14	6	1.9	23		
	3 (0)	553	8.00	8.16	1.28	40	12	1.1	19		2.10
	3 (4)	556	8.05	8.40	1.31	41	11	4.7	24		
	3 (9)	556	8.05	8.24	1.30	44	10	2.8	20		
	3 (25)	604	7.61	2.64	1.79	6	14	6.4	23		
	3 (32)	611	7.60	0.70	1.69	9	21	12.0	47		
29/10/84	1 (0)			9.45	1.18	14			111	28	2.3
	1 (2)			9.70	1.18	16			48		
	1 (4)			9.55	1.50	14			56		
	1 (6)			9.50	1.12	15			56		
	1 (9)			9.20	1.01	19			63		

TABELLA 13

DATA	STAZ.(PROF.)	CONDUC. µS	pH	O_2 mg/l	N-NO_3 mg/l	N-NO_2 µg/l	N-NH_4 µg/l	P-PO_4 µg/l	P_{TOT} µg/l	COLIFORMI /100 ml	DISCO SECCHI m
	2 (0)			9.55	1.05	15			56	20	3.0
	2 (2)			9.55	0.12	26			44		
	2 (9)			5.20	1.32	16			36		
	2 (12)			8.95	1.04	17			32		
	2 (23)			2.50	0.94	20			36		
	3 (0)			9.50	1.05	17			32	28	3.6
	3 (3)			9.45	0.84	18			28		
	3 (9)			9.40	0.60	23			59		
	3 (12)			9.35	1.32	17			32		
	3 (24)			3.20	0.28	12			44		
29/11/84	1 (0)	566	8.21	8.88	1.30	13	15	1.3	3.9		1.20
	1 (2)	573	8.21	8.88	1.28	12	33	1.0	5.8		
	1 (4)	573	8.19	8.88	1.33	14	21	1.0	5.6		
	1 (7)	603	8.12	8.88	1.28	12	37	0.6	5.1		
	1 (8)	504	8.10	8.80	1.30	15	132	1.8	9.7		
	2 (0)	575	8.19	8.88	1.26	11	32	1.3	4.9		1.50
	2 (2)	571	8.17		1.30	10	16				
	2 (4)	564	8.21	8.84	1.48	13	21	0.8	2.4		
	2 (9)	572	8.21	8.68	1.24	12	18	0.6	3.5		
	2 (21)	582	7.92	6.40	1.27	14	21	1.0	4.9		
	2 (25)	607	7.79	0.24	1.36	18	178	1.1	8.6		
	3 (0)	573	8.20	8.92	1.27	10	10	0.6	4.9		2.20
	3 (4)	494	8.14	8.88	1.33	13	13	1.6	4.2		
	3 (9)	476	8.20	8.88	1.37	13	13	0.8	4.3		
	3 (21)	587	7.99	4.80	1.22	14	14	2.3	6.8		
	3 (25)	608	7.86	0.80	1.20	10	10	1.4	4.3		
	3 (32)	606	7.79	0.32	1.17	19	19	1.2	5.8		

TABELLA 13

DATA	STAZ.(PROF.)	CONDUC. µS	pH	O_2 mg/l	N-NO_3 mg/l	N-NO_2 µg/l	N-NH_4 µg/l	P-PO_4 µg/l	P_{TOT} µg/l	COLIFORMI /100 ml	DISCO SECCHI m
21/12/84	1 (0)			9.05	1.18	11		16		9	1.2
	1 (1)			9.25	1.16	11		6			
	1 (4)			9.20	1.08	15		22			
	1 (7)			9.25	1.18	13		25			
	1 (8)			9.40	0.94	11		10			
	2 (0)			9.00	1.12	12		5		43	1.5
	2 (15)			9.00	1.25	13		22			
	2 (9)			9.00	0.35	12		5			
	2 (15)			9.30	0.96	14		28			
	2 (25)			9.10	1.10	13		10			
	3 (0)			8.40	1.19	11		5		23	1.8
	3 (2)			8.55	1.15	11		5			
	3 (15)			8.85	1.48	11		5			
	3 (27)			8.60	1.19	13		10			
	3 (32)			8.95	1.18	10		12			
29/1/85	1 (0)			10.0	1.60	7			30	43	1.1
	1 (5)			10.3	1.62	5			37		
	1 (15)			10.1	1.66	4			30		
	2 (0)			10.5	1.72	5			26	23	1.2
	2 (2)			10.8	1.71	4			32		
	2 (10)			10.7	1.65	7			29		
	2 (22)			10.6	1.70	5			45		
	3 (0)			10.4	1.56	3			28	23	1.5
	3 (2)			10.5	1.58	5			38		
	3 (15)			10.6	1.64	5			36		
	3 (25)			10.6	1.56	5			42		
	3 (38)			10.6	1.70	6			42		

TABELLA 13

DATA	STAZ.(PROF.)	CONDUC. /uS	pH	O_2 mg/l	$N\text{-}NO_3$ mg/l	$N\text{-}NO_2$ /ug/l	$N\text{-}NH_4$ /ug/l	$P\text{-}PO_4$ /ug/l	P_{TOT} /ug/l	COLIFORMI /100 ml	DISCO SECCHI m
14/3/85	1 (0)	585	8.18	11.8	1.34	6	13	13	19		2.7
	1 (2)	586	8.16	11.7	1.28	6	14	6.7	16		
	1 (4)	577	7.95	11.3	1.23	7	20	2.5	12		
	1 (9)	588	7.81	11.3	1.18	7	37	0.6	11		
	1 (17)	526	8.18	11.0	1.26	8	32	11	19		
	2 (0)	587	8.02	11.6	1.31	7	12	1.1	22		2.8
	2 (2)	564	8.02		1.32	7	14				
	2 (4)	584	8.21	11.6	1.33	6	11	13	22		
	2 (9)	582	8.19	11.5	1.31	7	20	16	20		
	2 (20)	589	7.87	11.4	1.18	7	24	1.0	17		
	2 (34)	564	7.98	11.4	1.30	8	48	2.7	14		
	3 (0)	578	8.18	11.6	1.25	4	13	10	17		2.9
	3 (4)	582	8.03	11.6	1.25	3	10	5.7	17		
	3 (9)	582	8.22	11.5	1.33	4	9	6.7	12		
	3 (21)	586	7.88	11.2	1.31	7	16	13	14		
	3 (41)	585	7.82	11.2	1.32	3	34	2.3	18		
21/5/85	1 (0)			9.95	1.34	18			16	15	2.6
	1 (2.5)			10.35	1.25	16			22		
	1 (4)			10.40	1.33	17			14		
	1 (9)			9.00	1.39	9			12		
	1 (17)			9.00	1.50	14			34		
	2 (0)			9.55	1.38	12			30	11	2.8
	3 (0)			10.20	1.30	12			22	11	3.3
	3 (3)			10.05	1.36	12			21		
	3 (9)			9.70	1.58	11			32		
	3 (20)			9.15	1.49	11			49		
	3 (40)			8.55	1.52	31			64		

TABELLA 13

DATA	STAZ.(PROF.)	CONDUC. /uS	pH	O_2 mg/l	N-NO_3 mg/l	N-NO_2 /ug/l	N-NH_4 /ug/l	P-PO_4 /ug/l	P_{TOT} /ug/l	COL. ORMI /100 ml	DISCO SECCHI m
2/7/85	1 (0)	441	7.70	8.2	0.98	31	15	4.1	9.0		1.20
	1 (2)	483	7.68	8.9	0.96	28	13	8.0	14.0		
	1 (4)	400	7.87	9.0	0.81	36	44	6.2	8.3		
	1 (9)	439	7.75	7.0	0.96	32	10	12.1	71.0		
	1 (14)	420	7.60	5.2	0.98	44	7	7.1	11.7		
	2 (0)	429	7.92	9.4	0.82	29	12	3.1	12.1		1.25
	2 (2)	385	8.00	9.0	0.61	38	18	3.0	18.0		
	2 (4)	455	7.90	9.0	0.86	36	10	3.2	11.0		
	2 (9)	353	7.87	7.8	0.60	31	24	4.2	19.2		
	2 (20)	468	7.52	5.4	1.14	20	9	4.0	19.0		
	2 (30)	267	8.12	4.9	0.46	66	8	18.0	47.5		
	3 (0)	389	7.78	9.0	0.69	29	16	7.1	18.0		1.40
	3 (2)	440	7.90	9.3	0.86	31	15	5.0	16.2		
	3 (4)	396	7.90	9.5	0.64	36	16	2.1	11.0		
	3 (9)	393	7.89	9.3	0.72	29	17	3.3	20.1		
	3 (20)	440	7.65	6.4	0.93	28	1.9	3.0	14.0		
	3 (37)	420	7.55	5.0	1.10	30	9	8.0	17.6		
30/8/85	1 (0)			7.5	1.24	17			22		0.9
	1 (2)			7.45	1.22	17			27		
	1 (4)			7.4	1.23	16			36		
	1 (9)			7.45	1.22	17			44		
	2 (0)			7.7	1.29	14			24		1.4
	2 (5)			7.55	1.23	15			25		
	2 (10)			7.35	1.25	16			93		
	2 (15)			1.6	1.55	3			68		
	2 (25)			0.65	1.64	15			48		

TABELLA 13

DATA	STAZ.(PROF.)	CONDUC. µS	pH	O_2 mg/l	N-NO_3 mg/l	N-NO_2 µg/l	N-NH_4 µg/l	P-PO_4 µg/l	P_{TOT} µg/l	COLIFORMI /100 ml	DISCO SECCHI m
	3 (0)			7.85	1.17	13			8		2.1
	3 (5)			7.6	1.22	12			19		
	3 (10)			3.9	1.32	4			58		
	3 (20)			2.8	1.76	3			46		
	3 (30)			1.65	1.70	3			20		

TABELLA 14 Determinazioni di fitopigmenti (mg/m^3)

SETTEMBRE 1984

Stazione/ profondità	totale	attiva	chl a	chl b	chl c
1 sup	4.0	0.76	2.58	2.81	2.45
1 -1	8.6	2.14	5.75	2.66	17.52
1 -2	4.8	1.07	3.14	1.75	13.72
1 -4	7.1	2.14	4.84	3.59	11.02
1 -9	2.1	0.53	1.34	1.05	5.85
2 sup	3.5	1.07	2.39	2.09	6.29
2 -1	7.7	0.76	4.74	2.24	11.59
2 -2	5.6	0.76	3.46	2.53	7.87
2 -4	3.4	0.27	1.96	1.94	5.70
2 -9	2.8	0.53	.78	1.38	4.24
3 sup	7.7	0.00	4.32	3.42	12.36
3 -1	6.7	0.76	4.00	3.67	10.93
3 -2	6.1	4.58	5.41	2.25	8.18
3 -4	8.3	0.00	4.62	3.89	11.77
3 -9	5.1	0.00	2.84	2.31	7.03

NOVEMBRE 1984

1 sup	2.5	0.34	1.67	1.81	2.14
1 -1	6.6	3.23	3.15	4.66	7.25
1 -2	4.5	1.18	2.45	1.73	10.21
1 -4	5.3	1.98	3.55	2.59	9.51
1 -9	1.4	0.33	0.87	1.05	4.67
2 sup	2.8	1.00	1.42	2.19	5.99
2 -1	3.6	0.76	2.44	1.25	5.68
2 -4	1.9	0.45	1.18	2.03	4.44
2 -9	2.3	0.33	1.57	1.23	5.21
3 sup	6.7	2.67	4.00	3.01	10.12
3 -1	4.9	1.76	3.14	4.55	9.03
3 -2	5.2	2.18	3.00	2.25	7.48
3 -4	4.1	0.79	2.99	3.31	5.34
3 -9	3.9	0.92	1.34	4.12	6.03

TABELLA 14

MARZO 1985

Stazione/ profondità	totale	attiva	chl a	chl b	chl c
1 sup	1.5	0.22	1.07	0.31	0.14
1 -1	3.1	1.33	2.05	1.69	3.13
1 -2	1.5	0.35	0.55	0.93	1.00
1 -4	1.3	0.48	0.55	1.39	2.47
1 -9	0.84	0.46	0.39	1.05	2.25
2 sup	1.4	0.76	0.24	1.76	3.26
2 -1	1.6	0.55	1.00	1.25	3.73
2 -2	0.9	0.58	0.46	1.53	3.21
2 -4	1.0	0.65	0.29	1.94	3.89
2 -9	0.4	0.19	0.20	0.87	2.12
3 sup	2.7	1.74	0.82	2.19	4.44
3 -1	2.3	1.98	0.39	1.26	2.78
3 -2	3.2	2.55	0.63	2.25	3.58
3 -4	1.1	0.79	0.32	2.67	2.22
3 -9	0.9	0.42	0.44	2.16	3.71

LUGLIO 1985

1 sup	6.15	-	3.07	0.74	3.35
1 -1	6.18	-	3.49	2.07	3.48
1 -2	0.35	-	0.55	0.93	1.00
1 --4	7.52	-	4.32	2.04	5.48
1 -9	7.52	-	4.32	2.04	5.48
2 sup	5.35	-	3.23	1.89	2.27
2 -1	5.08	+	3.05	1.15	3.02
2 -2	6.46	-	3.02	1.24	1.98
2 -4	5.61	-	3.02	1.66	1.59
2 -9	4.68	-	3.43	2.04	4.06
3 sup	7.62	-	5.03	1.85	3.09
3 -1	7.84	-	5.20	2.33	5.64
3 -2	5.35	-	4.33	2.02	4.46
3 -4	6.41	-	4.76	2.17	5.05
3 -9	7.75	-	4.76	2.09	6.15

TABELLA 15: Determinazione di maggiori costituenti e metalli

DATA	STAZ. (PROF.)	ALCALINITA' m val/l	Cl mg/l	SO_4 mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	ANIONI meq/l	CATIONI meq/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Pb µg/l
15/9/1985	1 (0)	3.65	30	133	56	5.4	66	17	7.41	7.26	0.8	1.3	22	8	2.8
	1 (2)	3.65	33	136	52	5.2	73	17	7.56	7.48	1.0	1.6	32	9	1.4
	1 (4)	3.64	33	133	53	5.5	72	18	7.49	7.49	0.9	1.1	33	10	2.4
	1 (9)	3.66	39	133	51	5.6	78	17	7.66	7.64	1.4	1.8	39	9	2.1
	1 (11)	3.78	38	127	53	6.0	75	16	7.67	7.57	1.5	1.6	49	12	1.6
	2 (0)	3.64	32	134	52	5.0	75	17	7.52	7.53	1.5	1.5	26	9	3.1
	2 (4)	3.64	35	127	50	4.9	78	17	7.45	7.43	0.9	1.4	30	10	1.7
	2 (9)	3.65	33	131	53	7.5	64	17	7.51	7.52	1.0	1.6	33	10	1.9
	2 (15)	3.78	34	132	54	5.8	72	18	7.66	7.60	1.1	1.7	37	11	1.4
	2 (25)	4.40	35	130	54	5.0	91	17	7.44	7.38	1.3	1.3	59	14	0.9
	3 (0)	3.66	32	134	52	5.4	76	17	7.52	7.62	1.4	1.8	25	10	2.9
	3 (4)	3.63	36	131	50	4.9	77	17	7.53	7.57	1.5	1.3	34	10	3.1
	3 (9)	3.64	36	133	50	5.4	77	17	7.60	7.61	1.0	1.4	39	15	1.1
	3 (25)	4.25	36	134	54	5.2	89	17	8.38	8.32	0.9	1.4	67	19	1.4
	3 (32)	4.51	35	132	52	5.1	94	18	8.60	8.59	1.3	1.9	88	23	1.7
2/7/1985	1 (0)	3.00	31.2	100.9	6.0	2.8	48.0	10.0	3.11	3.13	0.9	1.2	22	9	2.1
	1 (2)	3.18	31.2	104.6	7.2	2.8	48.5	10.0	3.19	3.21	1.4	1.0	17	7	1.4
	1 (4)	2.64	27.9	100.3	5.6	2.4	46.0	9.6	2.98	2.99	0.9	1.3	20	9	1.5
	1 (9)	2.58	37.6	96.9	8.0	3.0	48.0	9.7	3.22	3.22	1.2	0.8	49	9	1.1
	1 (14)	2.29	22.3	84.2	4.6	2.2	38.6	9.0	2.56	2.55	0.7	0.6	109	42	1.6
	2 (0)	2.25	30.8	99.2	5.9	2.8	47.0	9.8	3.05	3.09	1.5	1.5	16	8	1.1
	2 (2)	2.70	20.5	79.7	4.5	2.3	36.3	8.8	2.35	2.43					
	2 (4)	2.73	30.2	84.5	5.0	2.7	43.0	9.0	2.72	2.80	0.9	1.0	12	9	1.0
	2 (9)	2.54	18.4	86.0	4.5	2.6	37.8	8.6	2.53	2.50	1.0	1.0	17	10	0.9
	2 (20)	2.54	24.6	91.6	4.8	2.9	42.8	9.1	2.80	2.79	2.1	0.7	57	19	1.0
	2 (30)	2.50	14.0	50.1	4.1	2.3	24.2	7.8	1.61	1.76	1.0	0.9	199	44	1.6
	3 (0)	2.74	24.8	98.6	5.0	2.7	45.0	9.0	2.87	2.91	1.6	1.2	15	8	0.9
	3 (2)	2.76	25.5	103.1	5.5	2.4	46.1	9.7	2.99	3.00					
	3 (4)	2.80	23.9	98.4	5.1	2.9	43.3	8.9	2.83	2.82	0.8	1.0	10	7	1.1
	3 (9)	2.68	29.3	96.2	5.3	2.5	45.0	9.6	2.93	2.93	0.7	1.0	19	10	1.2
	3 (20)	2.70	21.8	30.7	4.7	2.3	40.5	9.0	2.69	2.65	0.9	1.9	94	29	1.0
	3 (37)	2.64	19.4	71.7	4.6	2.4	34.0	8.7	8.28	2.29	1.6	2.4	367	53	3.7

Le concentrazioni di Cadmio, Mercurio e idrocarburi clorurati sono state sempre inferiori ai limiti di rivelabilità: rispettivamente di 0.06, 0.09 e 5 µg/l

TABELLA 16 a Produzione primaria - Metodo del C^{14} (mgC/m^2giorno)

PROFONDITA'	STAZIONE 1	STAZIONE 2	STAZIONE 3
SETTEMBRE 1984			
0	72	122	88
1	37	89	93
2	18	51	63
4	9	16	21
9	0	4	9
integrata su 9 m	127	286	311
NOVEMBRE 1984			
0	49	74	58
1	53	59	64
2	17	39	31
4	9	16	12
9	0	1.5	2
integrata su 9 m	121	206	181
MARZO 1985			
0			37
1			43
2			19
4			11
9			2
integrata su 9 m			128
LUGLIO 1985			
0	39	54	72
1	27	61	55
2	14	30	33
4	5	11	16
9	0.5	5	3
integrata su 9 m	85	181	197

TABELLA 16 b : Produzione primaria - Metodo dell'ossigeno (mgO_2/l giorno)

SETTEMBRE 1984

Profondità	STAZIONE 1		STAZIONE 2		STAZIONE 3	
	Produzione netta	Respirazione	Prod.	Resp.	Prod.	Resp.
0	0.32	0.44	0.18	0.62	0.15	0.40
1	0.36	0.50	0.27	0.53	0.22	0.36
2	0.22	0.48	0.25	0.50	0.18	0.38
4						
9						

NOVEMBRE 1984

0					0.42	0.46
1					0.32	0.12
2					0.18	0.12
4					0.19	0.16
9					0.19	0.15

MARZO 1985

0					2.16	0.48
1					1.92	0.48
2					0.72	0.48
4					0.72	0.48
9					0.00	0.06

TABELLA 17 Elenco delle specie fitoplanctoniche rilevate.
Per ciascuna specie viene indicato il volume cellulare medio (in micron cubi)

	Settembre 1984	Novembre 1984	Marzo 1975	Luglio 1985
Bacillariophyceae				
- Cyclotella ocellata	525	525	-	-
- Nitzchia acicularis	120	120	-	-
- Stephanodiscus sp.	2198	-	-	-
- Cocconeis placentula	-	1070	-	-
- Cyclotella meneghiniana	-	-	900	800
Chlorophyceae				
- Clamidomonas sp.	150	150	-	-
- Coelastrum reticulatum	44	44	113	34
- Cystis lacustris	850	-	-	220
- Chlorella sp.	-	-	-	34
Coniugatophyceae				
- Closterium aciculare West.	4650	4650	4650	-
- Closterium acutum	350	-	-	-
- Scenedesmus sp.	150	-	-	-
- Closterium parvulum	-	350	350	-
Cryptophyceae				
- Cryptomonas ovata	2150	2150	2150	-
- Rhodomonas sp.	100	100	100	-
Dinophyceae				
- Ceratium hirundinella	65000	65000	65000	-
Cyanophyceae				
- Chroococcus sp.	-	-	382	-

TABELLA: 18 Analisi del fitoplancton (n. cellule/litro . 10^3) - SETTEMBRE 1984

	STAZIONE 1					STAZIONE 2					STAZIONE 3				
	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9
BACILLARIOPHYCEAE															
Cyclotella ocellata	682	761	909	138	1095	677	580	622	1211	1151	167	524	1267	278	116
Nitzchia acicularis	9	-	14	9	-	-	-	-	33	-	-	9	42	-	-
Stephanodiscus sp.	9	14	42	65	9	9	28	-	51	65	42	28	79	65	-
Cocconeis placentula															
Cyclotella meneghiniana															
CHLOROPHYCEAE															
Clamidomonas sp.	941	104	855	334	214	707	649	1127	827	409	86	693	702	36	73
Coelastrum reticulatum	37	74	334	501	37	74	260	260	408	223	-	9	223	148	260
Cystis lacustris	-	19	19	19	-						-	-	56	93	-
Chlorella sp.															
CONJUGATOPHYCEAE															
Closterium aciculare	14	28	23	28	9	5	14	5	14	9	9	9	14	19	5
Closterium acutum	88	167	144	83	28	97	116	46	190	60	51	74	102	70	9
Closterium parvulum															
Scenedesmus sp.						5	23	-	93	139	9	135	97	74	-
DINOPHYCEAE															
Ceratium hirundinella	-	-	-	5	-	-	-	5	-	9	-	5	5	-	-
CYANOPHYCEAE															
Chroococcus sp.															
CRYPTOPYCEAE															
Cryptomonas ovata	56	102	274	283	74	14	51	60	158	116	46	56	51	130	144
Rodomonas sp.	627	696	570	223	143	471	432	752	551	273	57	462	468	24	484

TABELLA: 18 Analisi del fitoplancton (n. cellule /litro . 10^3) - NOVEMBRE 1984

	STAZIONE 1					STAZIONE 2					STAZIONE 3				
	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9
BACILLARIOPHYCEAE															
Cyclotella ocellata	113	88	79	130	60	74	93	51	116	107	116	83	83	51	56
Nitzchia acicularis	28	37	37	-	28	37	56	51	37	51	130	111	88	121	51
Stephanodiscus sp.															
Cocconeis placentula	37	56	18	37	28	56	56	74	28	18	56	37	70	51	60
Cyclotella meneghiniana															
CHLOROPHYCEAE															
Clamidomonas sp.	424	567	282	405	155	506	510	292	237	32	278	83	102	51	93
Coelastrum reticulatum	-	-	-	148	-	74	37	111	-	-	37	19	-	148	-
Cystis lacustris															
Chlorella sp.															
CONJUGATOPHYCEAE															
Closterium aciculare	-	5	-	-	-						5	-	-	-	-
Closterium acutum															
Closterium parvulum	130	310	121	209	83	190	115	167	162	148	232	186	153	246	255
Scenedesmus sp.															
DINOPHYCEAE															
Ceratium hirundinella						-	5	-	9	-					
CYANOPHYCEAE															
Chroococcus sp.															
CRYPTOPYCEAE															
Cryptomonas ovata	111	97	56	97	18	46	70	79	56	88	56	28	37	46	46
Rodomonas sp.	212	283	141	203	77	540	246	167	88	46	111	-	-	-	-

TABELLA: 18 Analisi del fitoplancton (n. cellule /litro . 10^3) - MARZO 1985

	STAZIONE 1					STAZIONE 2					STAZIONE 3				
	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9
BACILLARIOPHYCEAE															
Cyclotella ocellata	720	460	810	680	1400	630	800	920	1110	880	350	730	450	900	590
Nitzchia acicularis															
Stephanodiscus sp.															
Cocconeis placentula															
Cyclotella meneghiniana															
CHLOROPHYCEAE															
Clamidomonas sp.															
Coelastrum reticulatum	650	850	1810	1440	1470	740	700	1220	700	200	600	1260	830	320	1300
Cystis lacustris															
Chlorella sp.															
CONJUGATOPHYCEAE															
Closterium aciculare															
Closterium acutum															
Closterium parvulum	20	20	30	12	40	28	50	20	50	50	30	50	20	50	20
Scenedesmus sp.															
DINOPHYCEAE															
Ceratium hirundinella															
CYANOPHYCEAE															
Chroococcus sp.	280	50	370	160	150	37	98	130	140	140	180	190	230	-	-
CRYPTOPYCEAE															
Cryptomonas ovata	160	-	-	30	240						56	28	37	46	46
Rodomonas sp.	90	90	-	-	-										

TABELLA: 18 Analisi del fitoplancton (n. cellule /litro . 10^3) - LUGLIO 1985

	STAZIONE 1					STAZIONE 2					STAZIONE 3				
	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9	0	1	2	4	9
BACILLARIOPHYCEAE															
Cyclotella ocellata															
Nitzchia acicularis															
Stephanodiscus sp.															
Cocconeis placentula															
Cyclotella meneghiniana	361	290	689	170	90	610	599	390	481	240	630	81	210	180	119
CHLOROPHYCEAE															
Clamidomonas sp.															
Coelastrum reticulatum	661	580	682	681	241	1419	1850	1230	738	261	1231	149	231	147	60
Cystis lacustris	260	161	91	50	-	181	156	90	60	-	210	51	70	40	-
Chlorella sp.	1250	670	770	970	141	1220	871	660	599	309	728	590	312	290	120
CONJUGATOPHYCEAE															
Closterium aciculare															
Closterium acutum															
Closterium parvulum															
Scenedesmus sp.															
DINOPHYCEAE															
Ceratium hirundinella															
CYANOPHYCEAE															
Chroococcus sp.															
CRYPTOPYCEAE															
Cryptomonas ovata															
Rodomonas sp.															

TABELLA 19 Valori di biomassa fitoplanctonica, in peso fresco (mg/m^3), media ponderata su colonna d'acqua di 9 m

	Settembre 1984	Novembre 1984	Marzo 1985	Luglio 1985
STAZIONE 1				
Biomassa Totale	1554.1	395.5	1219.4	257.6
Bacillariophyceae	666.8	88.9	791.6	200.0
Chlorophyceae	97.4	35.9	158.3	57.6
Conjugatophyceae	129.0	60.6	8.4	-
Cryptophyceae	443.1	174.1	189.3	-
Dinophyceae	217.8	-	-	-
Cyanophyceae	-	-	71.3	-
STAZIONE 2				
Biomassa Totale	1331.6	615.7	1142.0	389.5
Bacillariophyceae	615.7	97.1	858.0	328.0
Chlorophyceae	128.4	24.7	75.5	61.5
Conjugatophyceae	64.1	55.8	15.3	-
Criptophyceae	285.6	170.3	-	-
Dinophyceae	217.8	267.8	146.3	-
Cianophyceae	-	-	48.9	-
STAZIONE 3				
Biomassa Totale	1016.2	319.2	817.2	169.8
Bacillariophyceae	478.2	104.8	620.5	144.0
Chlorophyceae	108.2	11.4	90.2	25.8
Conjugatophyceae	86.7	100.5	17.9	-
Cryptophyceae	259.3	102.4	62.1	-
Dinophyceae	83.8	-	-	-
Cyanophyceae	-	-	26.5	-

TABELLA 20

Elenco dei taxa rinvenuti nei campioni di zooplancton:

Turbellaria

Rotifera
Asplanchna priodonta Gosse

Cladocera
Diaphanosoma brachyurum (Liévin)
Daphnia hyalina Leydig
Daphnia rosea Sars
Bosmina longirostris O. F. Müller
Ceriodaphnia quadrangula O. F. Müller
Alona sp.

Copepoda Calanoida
Copidodiaptomus steueri (Brehm)

Copepoda Ciclopoida
Cyclops strenuus Fischer

TABELLA 21: Analisi di zooplancton (n° individui/m^3)

27 XI 84	Asplan= chna priodonta	Daph= nia rosea	Dia= phano= soma	Cerio= daphnia	Naupli	Copi= dodiap= tomus	Cyclops strenuus
Zooplanc st. 1 -5 - superficie	0	0	3006	2519	731	19010	0
Zooplanc st. 1 -10 - superficie	49	0	332	714	87	4443	25
Zooplanc st. 1 fondo(-11) - superficie	0	0	542	591	98	3939	0
Zooplanc st. 2 -10 - superficie	325	129	2990	1170	2730	2990	0
Zooplanc st. 2 -15 - superficie	65	303	1170	1364	2665	16357	43
Zooplanc st 2 fondo(-27) - superficie	180	376	2121	2031	3130	7100	752
Zooplanc st. 3 -10 - superficie	81	446	1360	5362	12430	25672	629
Zooplanc st. 3 -25 - superficie	41	386	37	1120	1924	5780	46
Zooplanc st. 3 fondo(-33.5) - superficie	49	158	291	1419	1637	9058	158

TABELLA 21

12 IX 84	Asplan= chna priodonta	Dia= phano= soma	Naupli	Copi= dodiap= tomus	Cyclops strenuus
Zooplanc st. 1 -6 - superficie	1218	36811	12045	110975	135
Zooplanc st. 1 -12 - superficie	713	18471	6068	31231	89
Zooplanc st. 1 fondo(-14) - superficie	0	23345	580	24795	290
Zooplanc st. 2 -14 - superficie	5892	16681	9118	12110	0
Zooplanc st. 2 -23 - superficie	1797	8280	2375	7831	0
Zooplanc st 2 fondo(-28) - superficie	3650	8686	4810	10524	84
Zooplanc st. 3 -14 - superficie	15586	11779	14633	5710	119
Zooplanc st. 3 -20 - superficie	17632	13920	13108	17574	58
Zooplanc st. 3 fondo(-35) - superficie	5518	7223	5292	5041	351

TABELLA 21

III 85	Daph= nia rosea	Cerio= daphnia	Naupli	Copi= dodiap= tomus	Cyclops strenuus
Zooplanc st. 1 -5 - superficie	18225	22	906	19294	2524
Zooplanc st. 1 -10 - superficie	16132	124	2947	16769	1135
Zooplanc st. 1 fondo(-15) - superficie	11057	0	6426	7540	727
Zooplanc st. 2 -10 - superficie	13794	135	295	13794	203
Zooplanc st. 2 -20 - superficie	1554	31	1699	7409	93
Zooplanc st 2 fondo(-30) - superficie	992	22	1290	4726	304
Zooplanc st. 3 -10 - superficie	534	0	257	3423	433
Zooplanc st. 3 -20 - superficie	476	21	613	1514	287
Zooplanc st. 3 fondo(-40) - superficie	140	11	4171	963	253

TABELLA 21

1 VII 85	Asplan= chna	Daph= nia rosea	Diapha= nosoma	Leydi= gia sp.	Naupli	Copi= dodiap= tomus	Cyclops strenuus
Zooplanc st. 1 -5 - superficie	1300	5979	1560	25	3640	23138	1820
Zooplanc st. 1 -10 - superficie	1978	18927	2080	11	15328	32848	5149
Zooplanc st. 1 fondo(-15) - superficie	2656	31875	2600	--	27015	42557	8477
Zooplanc st. 2 -10 - superficie	1147	8501	1042	0	4493	14939	1383
Zooplanc st. 2 -20 - superficie	848	6090	749	0	6853	7884	1441
Zooplanc st 2 fondo(-30) - superficie	367	4566	100	0	3900	4233	900
Zooplanc st. 3 -10 - superficie	437	4365	1819	0	146	8876	2546
Zooplanc st. 3 -20 - superficie	260	2036	953	0	780	3510	1300
Zooplanc st. 3 fondo(-30) - superficie	722	2652	66	0	1339	3151	1169

TABELLA 22

Elenco dei taxa rinvenuti nei campioni di benthos:

Nematodi

Oligochaeta
Limnodrilus hoffmeisteri Claparède
Limnodrilus claparedeianus O. F. Müller
Tubifex tubifex O. F. Müller

Cladocera
Efippi di *Daphnia* sp.
Leydigia leydigi (Schoedler) (=*quadrangularis* Kurz)
Alona sp.

Copepoda Ciclopoida
Cyclops strenuus Fischer

Copepoda Calanoida
Copidodiaptomus steueri (Brehm)

Diptera Chironomidae
Sottofam. Tanypodinae
Procladius cfr. *choreus* (Meigen)

Sottofam. Orthocladiinae
Heterotrissocladius sp.

Sottofam. Chironominae
Polypedilum gr. *laetum*
Chironomus plumosus L.

TABELLA 23: Analisi delle principali specie bentoniche (n° individui/m^2)

	Nematodi	Oligocheti	Chironomus	Efippi	Copidodiaptomus steueri	Cyclops strenuus
Benthos st. 1 A	789	7889	394	4339	394	158185
Benthos st. 1 B	0	7299	0	15858	5562	211380
Benthos st. 2 A	0	7258	769	25956	0	45936
Benthos st. 2 B	296	5187	473	23669	0	34517
Benthos st. 3 A	39	552	0	513	0	5286
Benthos st. 3 B	0	394	0	986	0	8284
Benthos st. 1 A		631	20	5365	316	19566
Benthos st. 1 B		1420	0	2840	0	8994
Benthos st. 2 A		20513	138	11045	14201	31558
Benthos st. 2 B		5049	335	17357	5365	77633
Benthos st. 3 A		789	0	789	0	20513
Benthos st. 3 B		5523	0	1578	700	28402
Benthos st. 1 A	637	3174	21	0	7780	5907
Benthos st. 1 B	211	547	10	0	1560	1403
Benthos st. 2 A	296	3452	50	70	5227	3550
Benthos st. 2 B	0	4289	0	90	3082	9312
Benthos st. 3 A	0	131	0	165	691	2006
Benthos st. 3 B	0	280	0	0	355	928
Benthos st. 1 A	0	493	295	9	8087	8875
Benthos st. 1 B	0	493	295	9	8087	8875
Benthos st. 2 A	0	2268	0	20	4043	1676
Benthos st. 2 B	79	4260	0	0	14024	3314
Benthos st. 3 A	48	544	0	0	96	5609
Benthos st. 3 B	29	333	0	0	285	7400

TABELLA 24A- Studio della diluizione - campagna preliminare
12 SETTEMBRE 1984 (Riferimento alla figura 4)

	uS	NNH4	NNO3	PPO4	SiSiO2	P TOT
		ug/l	mg/l	ug/l	mg/l	ug/l
Stazione A	566	14.0	1.28	4.9	3.1	42
Stazione B	557	14.9	1.24	3.2	2.3	29
Stazione C	555	8.4	1.28	3.0	2.3	29
Stazione D	564	16.8	1.23	4.2	3.3	20
Stazione E	555	14.0	1.26	2.3	3.0	21
Stazione F	559	29.0	1.23	4.5	3.0	48
Stazione G	555	11.2	1.24	1.3	3.2	23
Stazione H	554	30.8	1.24	4.0	3.0	15

	Fe	Mn	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Stazione A	32	12	<0.06	0.7	1.3	<0.09	2.1
Stazione B	36	13	<0.06	0.9	1.5	<0.09	3.4
Stazione C	28	11	<0.06	1.2	1.2	<0.09	2.9
Stazione D	34	9	<0.06	1.4	1.1	<0.09	4.0
Stazione E	26	10	<0.06	0.8	1.6	<0.09	2.7
Stazione F	29	11	<0.06	0.9	1.9	<0.09	2.5
Stazione G	33	14	<0.06	1.3	1.8	<0.09	3.8
Stazione H	38	15	<0.06	1.3	1.7	<0.09	2.7

TABELLA 24B - Studio della diluizione - campagne sistematiche
(Riferimento alla figura 5)

14 SETTEMBRE 1984

	uS	NNO3 mg/l		uS	NNO3 mg/l
Stazione B2	548	1.21	Stazione I1	554	1.25
Stazione B4	556	1.18	Stazione I2	552	1.25
Stazione D2	557	1.22	Stazione L1	554	1.24
Stazione D4	556	1.25	Stazione L2	553	1.24
Stazione E1	549	1.26	Stazione M1	566	1.22
Stazione E2	557	1.25	Stazione M2	562	1.28
Stazione F1	560	1.25	Stazione N1	572	1.28
Stazione F2	555	1.24	Stazione N3	558	1.29
Stazione F4	555	1.24	Stazione O1	555	1.28
Stazione F5	551	1.22	Stazione P2	552	1.25
Stazione G1	557	1.20	Stazione P4	559	1.26
Stazione G2	552	1.23	Stazione P5	554	1.26
Stazione G3	554	1.22	Stazione Q1	516	1.24
Stazione H1	553	1.22	Stazione Q2	555	1.28
Stazione H2	560	1.24	Stazione R1	556	1.27
Stazione H4	555	1.26	Stazione R2	558	1.29

TABELLA 24B

14 SETTEMBRE 1984

	uS	NNO3	PPO4	SiSiO2	COLIFORMI	
		mg/l	ug/l	mg/l	24 ore	48 ore
Stazione A1	563	1.10	3.4	1.81	43	43
Stazione A2	565	1.08	1.9	1.48	23	23
Stazione A3	550	1.12	3.8	1.43	20	28
Stazione B1	550	1.18	2.7	1.50	23	23
Stazione B3	555	1.17	1.7	1.22	43	93
Stazione B5	552	1.16	2.7	1.28	23	39
Stazione D1	551	1.18	5.1	1.38	9	15
Stazione D3	564	1.19	7.5	1.10	14	14
Stazione D5	552	1.23	3.1	1.53	9	9
Stazione P3	552	1.23	3.6	1.25	9	9
Stazione M3	554	1.23	4.4	1.15	4	4
Stazione M5	557	1.25	2.7	1.17	-	-
Stazione L3	551	1.22	3.0	1.17	4	4
Stazione N2	552	1.22	2.9	3.44	0	0
Stazione P1	548	1.20	6.8	3.39	4	4
Stazione P3	547	1.23	5.7	3.21	0	0
Stazione R3	554	1.23	7.4	3.32	0	0

TABELLA 24C

28 NOVEMBRE 1984

	pH	uS	NNO_3 mg/l	PPO_4 ug/l	Ptot ug/l	$SiSiO_2$ mg/l	TORBID. FTU	COLIFORMI 24	48
Stazione A3	8.14	580	1.25	1.5	7.9	2.45	72	15	15
Stazione B1	8.17	562	1.15	2.0	9.6	2.34	41	75	75
Stazione B2	8.20	564	1.16	1.1	5.8	2.55	41	-	-
Stazione B3	8.19	574	1.24	2.2	10.1	3.06	57	1100	1100
Stazione B4	8.16	578	1.26	1.3	13.5	2.45	28	-	-
Stazione B5	8.26	564	1.17	1.6	8.9	3.69	28	240	240
Stazione C1	8.17	584	1.18	2.6	10.4	2.61	28	-	-
Stazione D1	8.24	575	1.16	1.2	10.5	2.61	22	43	43
Stazione D2	8.12	589	1.25	4.3	9.4	2.50	18	-	-
Stazione D3	8.18	578	1.35	1.5	6.9	2.41	16	43	49
Stazione D4	8.18	579	1.21	3.5	11.5	2.80	16	-	-
Stazione D5	8.13	536	1.38	2.1	8.2	4.04	55	240	240
Stazione E1	8.08	565	1.35	1.7	6.2	3.33	46	-	-
Stazione E2	8.17	579	1.24	2.4	9.7	2.52	17	-	-
Stazione F1	8.17	581	1.22	1.3	5.7	2.45	8.1	-	-
Stazione F2	8.08	577	1.20	1.2	7.7	2.43	7.4	-	-
Stazione F3	8.17	577	1.19	1.2	5.6	2.3	5.4	93	93
Stazione F4	8.15	571	1.43	7.9	13.2	2.2	8.0	-	-
Stazione F5	8.15	581	1.26	2.1	9.0	2.28	8.2	-	-
Stazione G1	8.06	581	1.26	4.0	13.2	2.34	12	-	-
Stazione G2	8.27	576	1.19	21	29	2.75	8.5	-	-
Stazione H1	8.13	580	1.19	1.3	5.5	2.90	6.2	-	-
Stazione H2	8.12	576	1.25	5.3	11.7	2.24	5.7	-	-
Stazione H3	8.16	576	1.18	1.0	4.5	2.41	4.1	23	43
Stazione H4	8.16	576	1.17	1.0	5.4	2.45	5.0	-	-
Stazione I1	8.18	573	1.12	2.9	6.5	2.53	6.1	-	-
Stazione I2	8.20	572	1.5	7.3	2.32	-	5.3	-	-

TABELLA 24C

28 NOVEMBRE 1984

Stazione L1	8.18	573	1.24	1.0	3.9	2.22	5.6	-	-
Stazione L2	8.20	577	1.20	1.3	8.1	2.26	6.2	-	-
Stazione L3	8.21	572	1.20	1.3	6.9	3.40	5.8	9	9
Stazione M1	8.14	574	1.19	1.3	5.9	2.90	4.8	-	-
Stazione M2	8.11	572	1.22	1.3	6.5	2.31	5.1	-	-
Stazione N1	8.15	575	1.18	1.0	4.0	2.60	4.1	-	-
Stazione N2	8.12	557	1,21	8.9	15.9	2.26	3.3	15	15
Stazione N3	8.16	575	1.22	0.8	4.5	2.26	4.4	-	-
Stazione O1	8.16	572	1.21	1.3	4.8	2.24	4.7	-	-
Stazione P1	8.20	571	1.22	2.1	7.5	2.41	12	460	460
Stazione P2	8.16	575	1.24	1.3	4.4	2.31	4.3	-	-
Stazione P3	8.16	566	1.25	2.1	7.5	2.41	4.1	4	43
Stazione P4	8.13	571	1.25	4.0	7.6	2.35	2.9	-	-
Stazione P5	8.10	593	1.25	1.1	5.2	2.35	2.6	-	-
Stazione Q1	8.17	575	1.28	0.8	3.3	2.33	2.3	-	-
Stazione Q2	8.16	619	1.39	1.3	3.9	2.40	2.3	-	-
Stazione R1	8.12	577	1.23	10	28.5	2.44	2.3	-	-
Stazione R2	8.13	582	1.43	12	21.0	2.32	2.3	-	-
Stazione R3	8.15	572	1.18	1.0	3.8	2.27	2.4	4	43

TABELLA 24D

12 MARZO 1985

	pH	uS	NNO_3	PPO_4	PTOT	$SiSiO_2$	TORBIDITA'
Stazione A1	8.02	597	1.18	5.3	7.4	5.59	4.5
Stazione A3	8.09	591	1.24	13	17.8	5.25	3.2
Stazione B3	8.02	591	1.32	1.1	4.3	4.68	2.6
Stazione D3	8.00	592	1.39	2.1	4.0	4.65	2.2
Stazione F3	8.06	587	1.55	1.0	4.1	4.65	1.4
Stazione H3	8.10	587	1.33	0.9	2.8	4.37	1.1
Stazione L2	8.17	589	1.33	0.9	2.9	4.57	1.3
Stazione N2	8.13	587	1.33	2.1	4.0	4.57	1.4
Stazione P4	8.10	588	1.30	1.0	4.0	4.57	1.5
Stazione R2	8.12	584	1.34	2.1	3.3	4.50	1.2
Stazione U2	8.03	585	1.33	1.0	3.8	4.60	1.5

TABELLA 24E

13 MARZO 1985

	pH	uS	NNO_3 mg/l	PPO_4 ug/l	Ptot ug/l	$SiSiO_2$ mg/l	TORB. FTU	COLIFORMI 24h	48h
Stazione A0	8.24	592	0.99	30	45	5.82	19		
Stazione A1	8.01	594	1.03	10	16	5.62	19	43	43
Stazione A2	7.99	602	1.04	15	24	5.84	16	43	93
Stazione A3	8.24	594	0.97	30	39.1	5.84	17	210	210
Stazione B1	8.16	599	1.03	5.2	10.6	5.67	4.8	93	240
Stazione B2	8.04	598	1.12	5.1	9.8	5.22	4.7	-	-
Stazione B3	8.19	583	1.02	19	22.1	4.99	4.9	240	460
Stazione B4	8.12	589	1.13	1.8	9.5	4.82	5.3	-	-
Stazione B5	7.90	590	1.16	6.0	9.9	5.58	4.3	43	43
Stazione C1	8.11	594	1.13	25	29.5	5.14	4.9		
Stazione D1	8.13	595	1.20	2.2	7.5	4.91	3.2	93	150
Stazione D2	8.11	590	1.41	2.3	6.3	4.48	2.0		
Stazione D3	8.16	589	1.27	4.6	10.4	4.68	2.1	43	93
Stazione D4	7.92	589	1.26	22	33.5	4.54	2.1		
Stazione D5	8.21	575	1.26	4.6	9.4	4.57	1.4	93	93
Stazione E1	8.09	588	1.26	4.1	6.2	4.57	1.3	-	-
Stazione E2	8.15	580	1.40	24	39.7	4.97	1.3	-	-
Stazione F1	8.24	577	1.45	6.0	9.7	4.31	1.7	-	-
Stazione F2	8.08	578	1.44	3.2	4.7	4.43	1.1	-	-
Stazione F3	8.09	581	1.44	3.2	6.6	4.37	1.1	240	1100
Stazione F4	8.10	583	1.25	1.1	3.2	4.48	1.5	-	-
Stazione F5	8.03	587	1.25	5.5	8.3	4.74	2.2	-	-
Stazione G1	8.02	579	1.25	3.0	5.2	4.20	1.4	-	-
Stazione G2	8.22	581	1.26	10	15.2	7.54	1.8	-	-
Stazione H1	8.24	581	1.30	37	44.9	4.28	1.6	-	-
Stazione H2	8.07	579	1.27	1.0	3.7	4.45	1.2	-	-
Stazione H3	8.16	579	1.29	3.0	4.5	4.45	1.1	9	9
Stazione H4	8.15	583	1.29	13	16.8	4.40	1.2	0	4
Stazione I1	8.10	578	1.28	9.0	13.5	4.60	1.3	-	-

TABELLA 24E

13 MARZO 1985

Stazione I2	8.04	580	1.28	14	18.1	4.65	1.4	-	-
Stazione L1	8.11	579	1.28	7.1	10.1	4.54	1.2	-	-
Stazione L2	8.21	586	1.30	3.0	8.1	4.54	1.2	-	-
Stazione L3	8.17	581	1.25	2.5	4.9	4.31	1.3	23	23
Stazione M1	8.12	586	1.25	13	21.9	4.45	1.4	-	-
Stazione M2	8.22	585	1.28	8.7	16.4	4.43	1.6	-	-
Stazione N1	8.24	586	1.30	3.7	5.5	4.45	1.6	-	-
Stazione N2	8.26	584	1.29	3.9	5.9	4.45	1.3	23	23
Stazione N3	8.26	583	1.28	1.0	4.5	4.45	1.4	-	-
Stazione O1	8.24	580	1.28	5.5	8.4	4.74	1.4	-	-
Stazione P1	8.24	582	1.25	2.5	3.8	4.40	1.6	4	9
Stazione P2	8.06	578	1.30	14	18.0	4.31	1.4	-	-
Stazione P3	8.09	574	1.26	1.1	4.5	4.54	1.4	4	4
Stazione P4	8.21	570	1.30	7.1	11.0	4.23	1.8	-	-
Stazione P5	8.15	578	1.28	9.9	15.0	4.28	1.3	-	-
Stazione Q1	8.07	578	1.29	14	19.0	4.34	1.7	-	-
Stazione Q2	8.09	579	1.28	2.5	3.9	4.31	1.5	-	-
Stazione R1	8.17	578	1.42	1.0	4.0	4.31	1.2	-	-
Stazione R2	8.13	518	1.31	1.4	2.5	4.40	1.5	-	-
Stazione R3	8.11	580	1.32	10	15.5	4.34	1.4	-	-

TABELLA 24F

1.07.85

	pH	µS	NNO_3 mg/l	PPO_4 ug/l	Ptot ug/l	$SiSiO_2$ mg/l	Torbidità FTU
Stazione A1	7.94	409	0.51	6.1	10	1.96	9.6
Stazione A2	7.82	494	0.71	6.0	8.0	1.87	9.5
Stazione A3	7.93	467	0.65	4.0	6.1	1.86	11
Stazione B1	7.86	500	0.77	5.2	7.0	1.82	12
Stazione B2	7.89	507	0.78	5.1	9.0	1.78	7.7
Stazione B3	7.74	485	0.81	6.8	10.1	1.78	8.1
Stazione B4	7.77	440	0.81	7.1	35.0	1.82	8.4
Stazione B5	7.87	436	0.72	3.3	15.0	1.72	18
Stazione C1	7.89	435	0.70	5.5	17.5	1.64	13
Stazione D1	7.96	409	0.79	10.0	17.0	1.82	12
Stazione D2	7.71	447	0.96	7.3	11.3	1.86	7.0
Stazione D3	8.05	423	0.74	1.6	14.0	1.74	5.9
Stazione D4	8.37	420	0.60	16.8	59.0	1.71	6.8
Stazione D5	8.01	416	0.81	12.0	15.4	1.78	6.3
Stazione E1	7.90	447	0.74	3.0	16.2	1.78	6.7
Stazione E2	8.31	354	0.55	3.4	32.1	1.71	6.0
Stazione F1	7.93	460	0.77	24	15.2	1.64	8.8
Stazione F2	8.04	431	0.80	10.0	19.0	1.68	4.6
Stazione F3	8.10	433	0.72	9.2	16.6	1.64	5.9
Stazione F4	8.14	384	0.75	14	18.2	1.71	7.5
Stazione F5	7.99	470	0.74	13	18.6	1.74	11
Stazione G1	7.97	430	0.75	6.9	19.2	1.64	5.2
Stazione G2	7.84	453	0.81	6.0	19.0	1.61	3.1
Stazione H1	8.09	367	0.65	7.1	11.9	1.71	4.8
Stazione H2	7.94	410	0.70	3.0	9.0	1.80	4.7
Stazione H3	8.00	467	0.80	4.0	11.0	1.17	5.1
Stazione H4	7.91	487	0.72	5.3	28.1	1.74	16
Stazione I1	7.90	495	0.77	5.0	16.4	1.68	12

TABELLA 24F

1 LUGLIO 1985

Stazione I2	7.87	480	0.82	8.0	17.1	1.68	3.8
Stazione L1	7.90	454	0.80	8.0	22.0	1.61	4.4
Stazione L2	7.80	432	0.76	3.0	22.1	1.54	5.8
Stazione L3	7.87	443	0.82	8.1	21.9	1.71	7.8
Stazione M1	7.84	495	0.81	7.3	34.0	1.64	7.5
Stazione M2	8.09	460	0.70	1.7	34.4	1.61	9.3
Stazione N1	7.90	458	0.80	3.7	41.0	1.82	13
Stazione N2	7.88	493	0.88	7.9	21.0	1.78	4.0
Stazione N3	7.89	445	0.74	8.0	17.1	1.71	5.1
Stazione O1	7.81	490	0.82	8.8	15.0	1.61	2.5
Stazione P3	8.06	454	0.76	2.7	23.0	1.68	3.4
Stazione P4	7.95	489	0.77	2.0	26.0	1.64	3.1
Stazione P5	7.80	485	0.77	2.1	32.0	1.71	3.4
Stazione Q1	8.11	436	0.88	6.1	55.0	1.51	3.3
Stazione Q2	7.95	490	0.82	7.3	35.1	1.64	3.3
Stazione R1	8.04	508	0.83	3.0	21.0	1.71	3.1
Stazione R2	8.01	474	0.82	2.2	45.3	1.65	2.9
Stazione R3	8.06	473	0.77	1.0	40.1	1.50	2.9

TABELLA 24G

3.07.85.

Stazione A1	7.83	499	0.77	1.3	22.6	1.68	4.8
Stazione A2	7.84	495	0.83	2.3	21.2	2.07	4.1
Stazione A3	7.79	499	0.90	1.3	24.5	1.96	3.0
Stazione B1	8.05	474	0.81	3.0	36.8	1.78	4.0
Stazione B2	7.85	475	0.83	3.1	19.2	1.61	3.1
Stazione B3	7.93	511	0.93	4.1	27.7	1.86	3.4
Stazione B4	7.85	478	0.91	5.1	36.0	1.93	3.7
Stazione B5	8.02	487	0.75	1.8	20.5	1.86	4.2
Stazione C1	7.87	484	0.89	5.0	41.8	1.93	4.6
Staziona D1	7.81	475	0.92	2.0	23.0	1.78	4.0
Stazione D2	7.86	493	0.91	1.3	15.4	1.64	3.4
Stazione D3	7.74	483	0.89	1.1	11.3	1.75	3.0
Stazione D4	7.79	470	0.81	1.3	17.6	1.64	3.7
Stazione D5	7.87	484	0.83	4.0	11.3	1.68	2.6
Stazione E1	7.80	442	0.87	2.0	13.9	1.68	2.7
Stazione E2	7.88	497	0.78	2.2	19.8	1.54	2.6
Stazione F1	7.86	481	0.81	2.0	48.1	1.54	2.6
Stazione F2	7.91	503	0.75	1.8	16.2	1.64	2.2
Stazione F3	7.89	431	0.75	1.0	24.1	1.50	2.4
Stazione F4	8.05	494	0.86	1.0	19.0	1.54	2.7
Stazione F5	7.83	498	0.78	1.3	10.1	1.61	2.6
Stazione G1	7.79	496	0.83	1.0	16.6	1.64	3.4
Stazione G2	7.96	451	0.78	2.0	13.1	1.71	2.7
Stazione H1	7.96	482	0.81	25.0	51.6	1.64	2.2
Stazione H2	7.97	399	0.81	1.0	14.2	1.78	2.3
Stazione H3	7.91	451	0.85	1.3	32.8	1.50	2.6
Stazione H4	7.86	446	0.85	2.1	18.2	1.71	2.6
Stazione I1	8.03	504	0.80	2.2	11.3	1.54	3.7
Stazione I2	7.92	472	0.85	1.0	12.4	1.64	2.1
Stazione L1	7.96	502	0.76	4.1	15.2	1.64	3.6
Stazione L2	8.02	452	0.76	1.9	9.9	1.50	3.5

TABELLA 24G

3 LUGLIO 1985

Stazione L3	7.95	468	0.75	8.0	17.2	1.71	2.1
Stazione M1	7.98	388	0.60	4.0	8.9	1.89	3.6
Stazione M2	7.89	496	0.79	3.1	8.9	1.78	3.5
Stazione N1	7.88	499	0.80	2.3	7.7	1.61	2.6
Stazione N2	7.70	493	1.14	1.1	10.7	1.61	2.6
Stazione N3	7.89	497	0.81	1.1	12.5	1.50	2.2
Stazione O1	7.82	482	0.88	4.2	12.1	1.51	2.5
Stazione P1	7.90	503	0.86	4.0	22.4	1.71	3.9
Stazione P2	7.75	491	0.79	1.3	12.9	1.64	2.8
Stazione P3	7.84	468	0.76	2.1	12.5	1.54	2.4
Stazione P4	8.02	496	0.77	2.0	11.7	1.54	2.4
Stazione P5	7.83	477	0.76	2.0	10.7	1.50	2.6
Stazione Q1	7.96	493	0.85	1.1	13.7	1.78	2.8
Stazione Q2	7.95	479	0.82	5.0	8.6	1.89	2.3
Stazione R1	8.02	510	0.75	1.0	10.7	1.93	2.6
Stazione R2	7.89	472	0.79	1.1	9.7	1.82	2.7
Stazione R3	8.18	425	0.51	1.0	9.3	1.89	-

TABELLA 25 Valori limite per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile (DPR n. 515-3/7/1982) relativamente ai parametri determinati e confrontato con i valori rilevati nell'invaso di Occhito. Tra parentesi sono riportati i dati rilevati in prossimità della bocca di presa.

PARAMETRO		TIPO DI TRATTAMENTO (valori da non superare in più del 5% dei casi)			VALORI RILEVATI NELL'INVASO	
		A_1	A_2	A_3	MINIMO	MASSIMO
pH		6.5-8.5	5.5-9	5.5-9	7.52	8.22
Materie in sospensione	(mg/l)	25	-	-	1.6	108(4.3)
Conducibilità	µs/cm	1000	1000	1000	267	611
Nitrati	mg/l (NO_3)	25	50	50	0.88	7.93
Ferro	µg/l	300	1000	1000	10	367
Manganese	µg/l	50	100	1000	7	53
Rame	µg/l	20	50	1000	0.6	2.4
Cadmio	µg/l	5	5	5	<0.06	<0.06
Cromo totale	µg/l	50	50	50	0.7	2.1
Piombo	µg/l	50	50	50	0.9	3.7
Mercurio	µg/l	1	1	1	<0.09	<0.09
Solfati	mg/l	250	250	250	71.7	136
Cloruri	mg/l	200	200	200	14.0	37.6
Fosfati	µg/l (P_2O_5)	400	400	700	1.4	64
Idrocarburi estraibili	µg/l	50	200	1000	-	-
Idrocarburi clorurati	µg/l	-	-	-	<5	<5
% Saturazione	O_2	>70	>50	>30 EPIL.	76.8	112.3
				>30 IPOL.	2.2	91.9
Ammoniaca	µg/l (NH_4)	50	1000	2000	4	176
Coliformi	/100 ml	50	5000	50.000	0	1100(43)
BOD_5 (1)	mgO_2/l	3	5	7	0.17	1.76

CATEGORIA A_1: Trattamento fisico semplice e disinfezione
A_2: Trattamenti fisico e chimico normale e disinfezione
A_3: Trattamento fisico e chimico spinto, affinazione e disinfezione

(1) Calcolati dalle prove di respirazione mediante la formula: $BOD_5 = \frac{BOD_1}{1-e^{-k.1}} (1-e^{-k5})$ con k = 0.34

FIGURE *

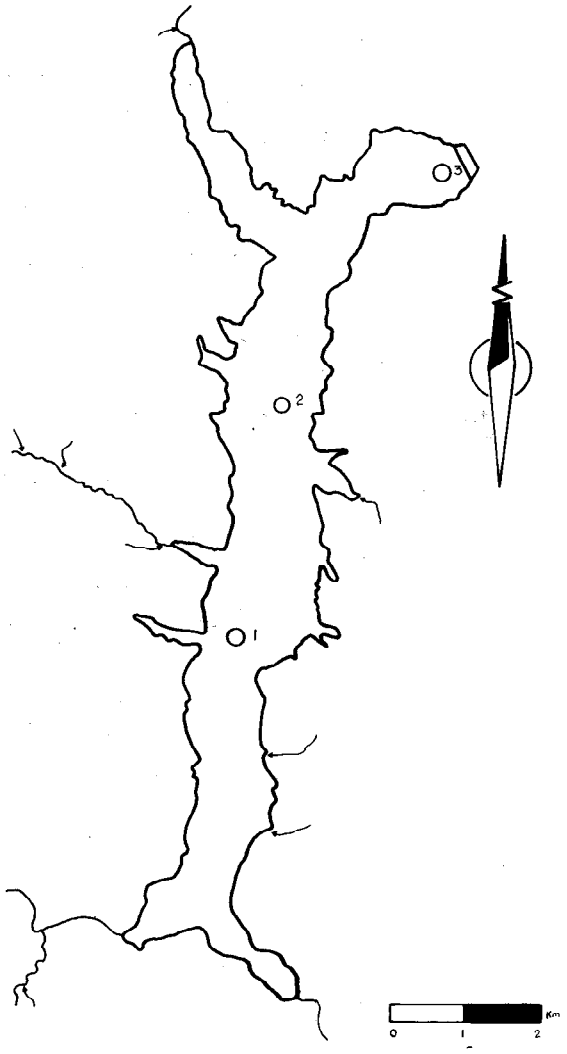


FIGURA 2: Localizzazione delle stazioni di controllo sistematico delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche.

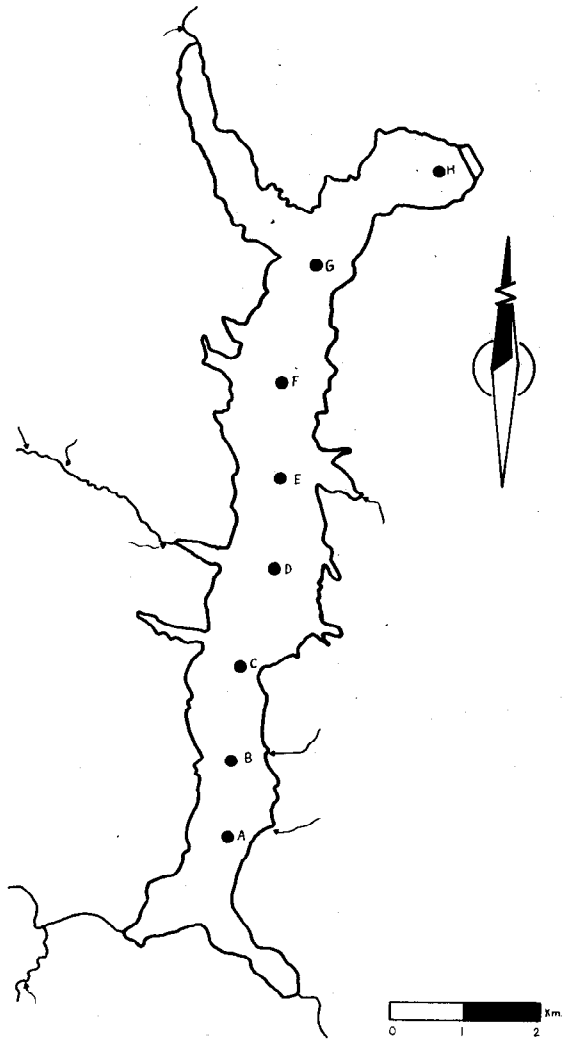


FIGURA 3: Localizzazione delle stazioni rilevate nel corso della campagna preliminare.

* Le Figg. 1 e 5 relative a "Delimitazione dei principali bacini imbriferi del lago di Occhito" (scala 1: 100.000) e "Batimetria del lago di Occhito" sono coperte da copy-right.

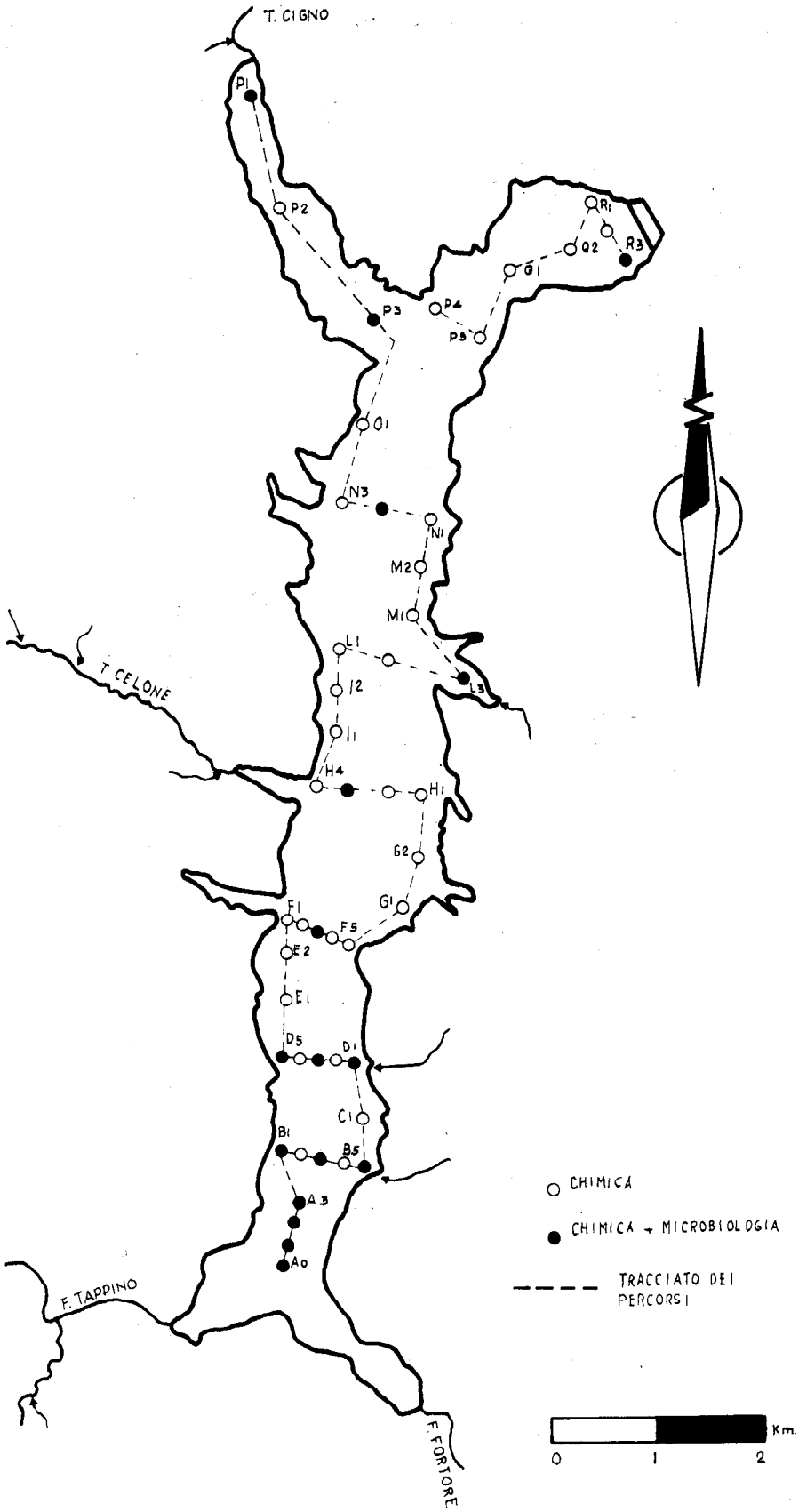


FIGURA 4: Tracciato del percorso e stazioni di misura per lo studio sistematico della diluizione.

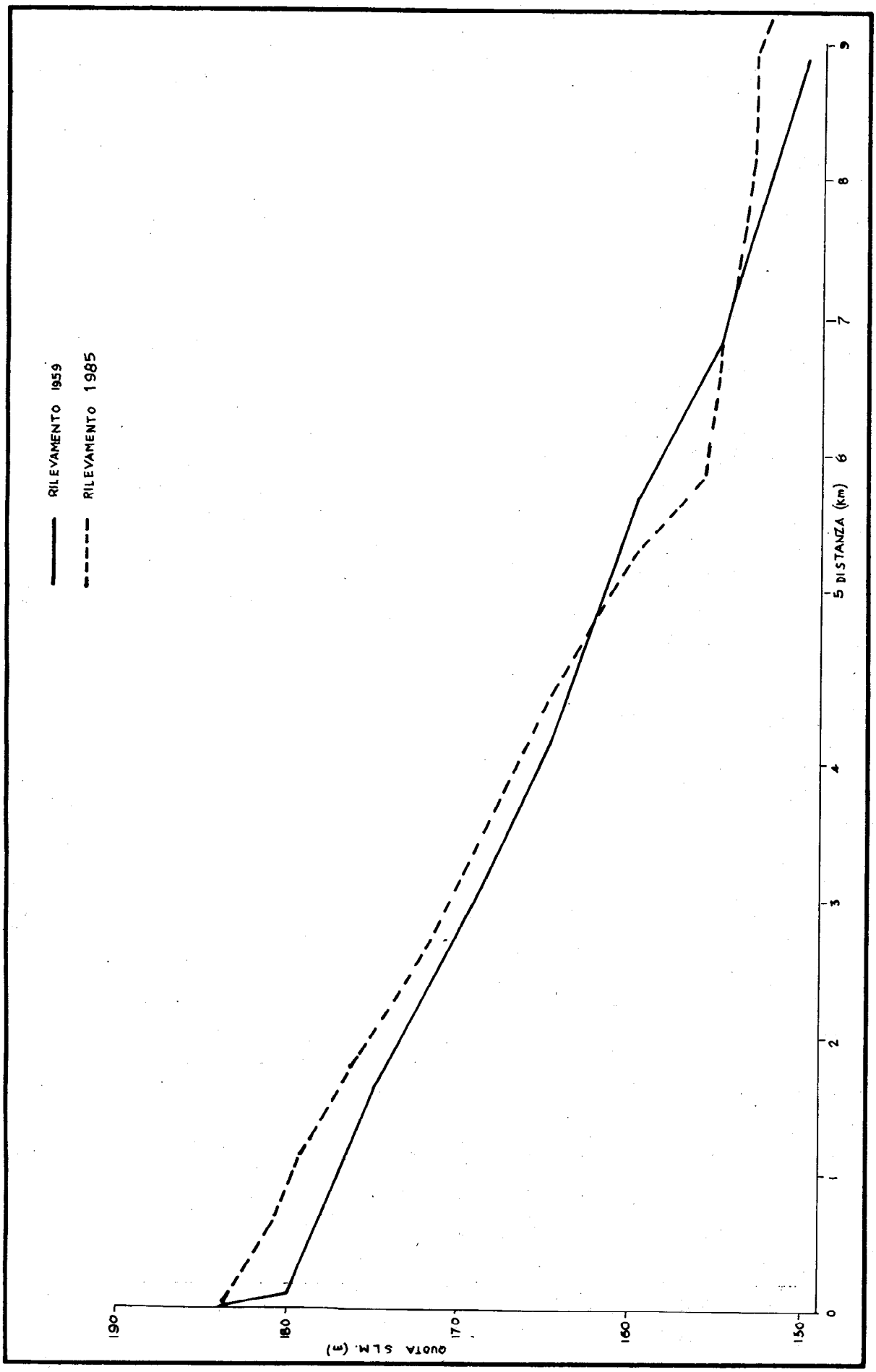


FIGURA 6: Confronto tra le quote del "tall weg" rilevate nel 1959 e nel 1985.

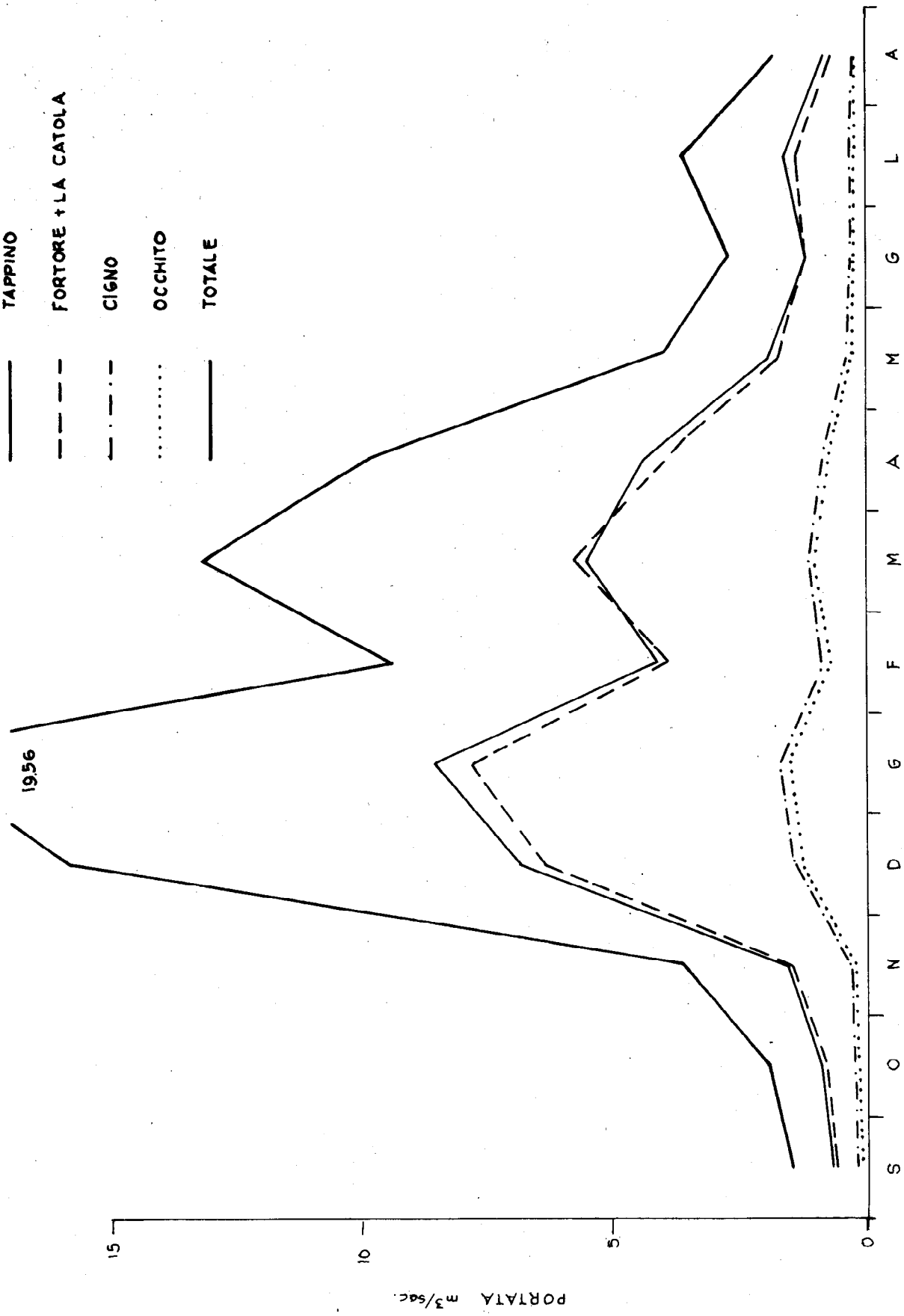


FIGURA 7: Andamento temporale delle portate medie mensili dei diversi bacini idrografici.

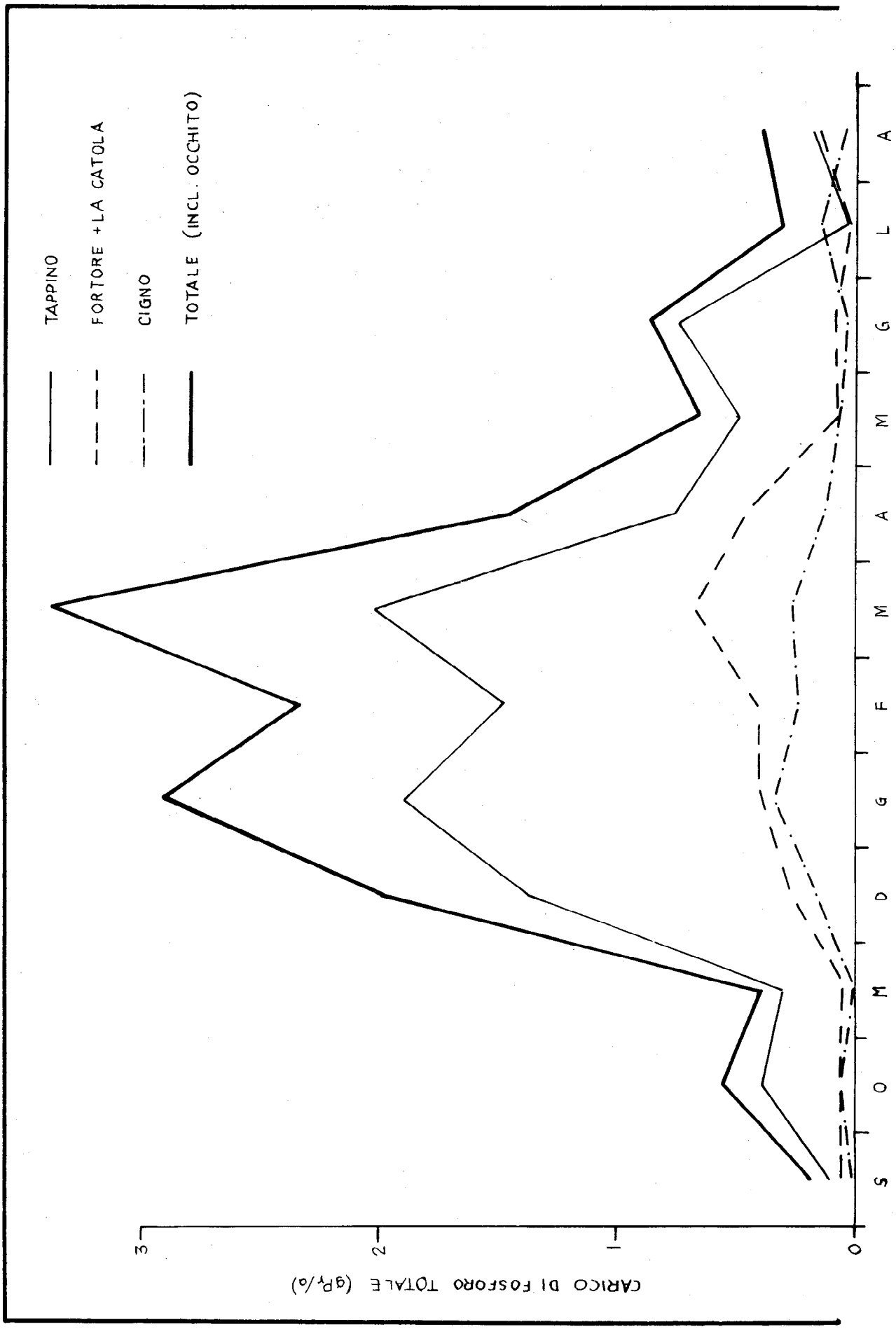


FIGURA 8: Andamento temporale del carico medio mensile di fosforo totale per i diversi bacini, estrapolato dalle portate e dalle concentrazioni rilevate alle foci dei corsi d'acqua.

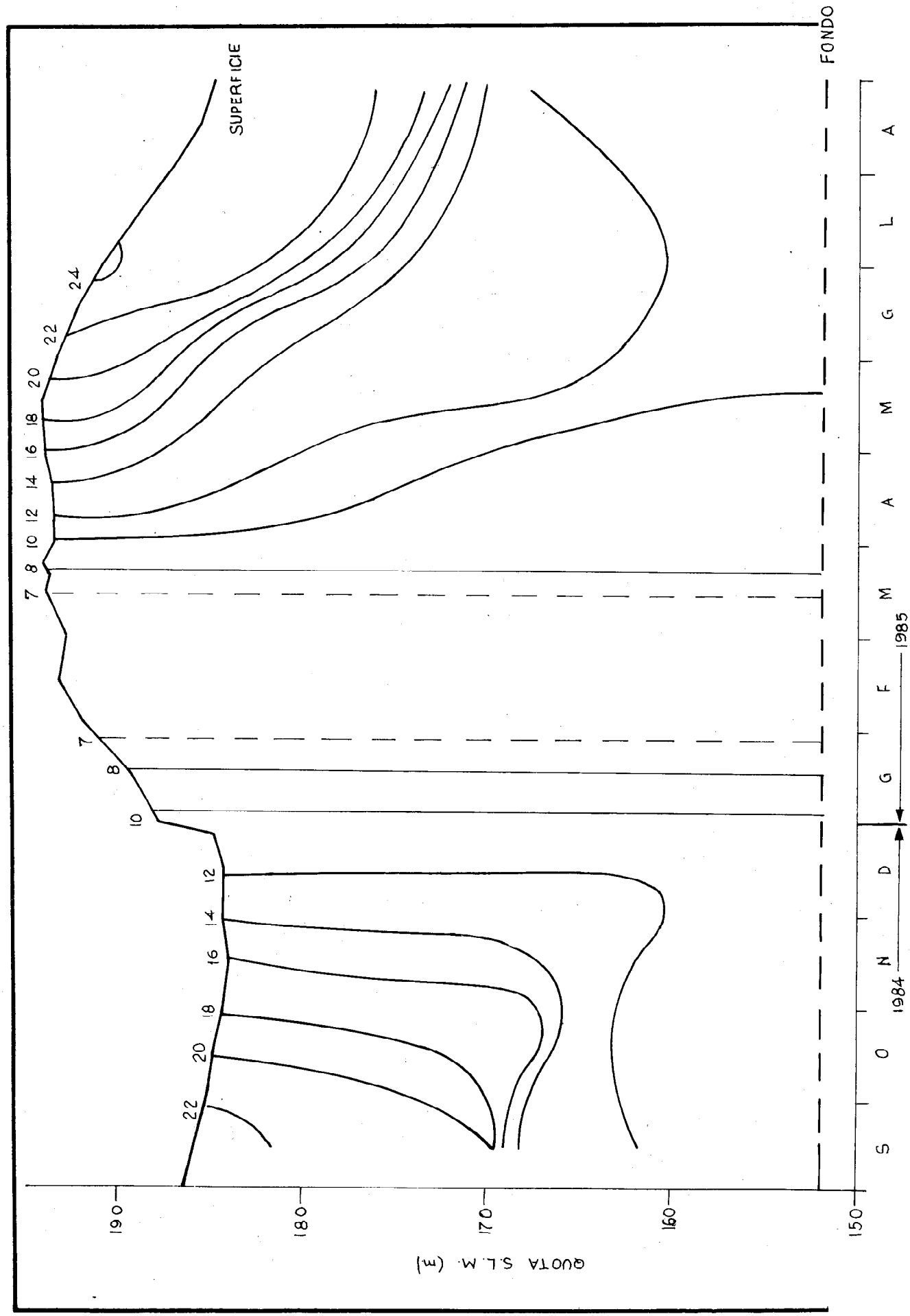


FIGURA 9: Andamento spazio-temporale della temperatura (°C) alla stazione 3.

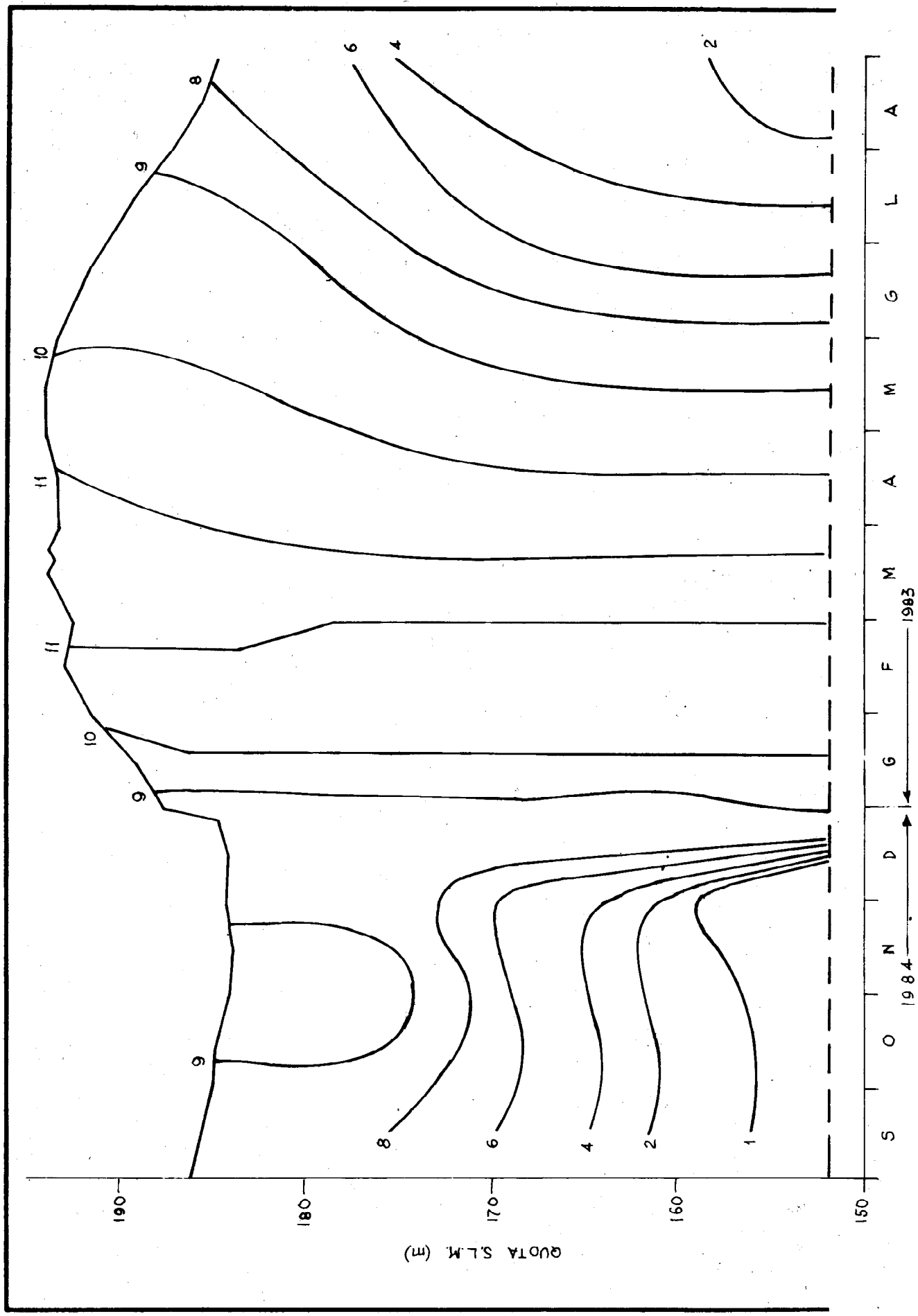


FIGURA 10: Andamento spazio-temporale dell'ossigeno disciolto (mg/l) alla stazione 3.

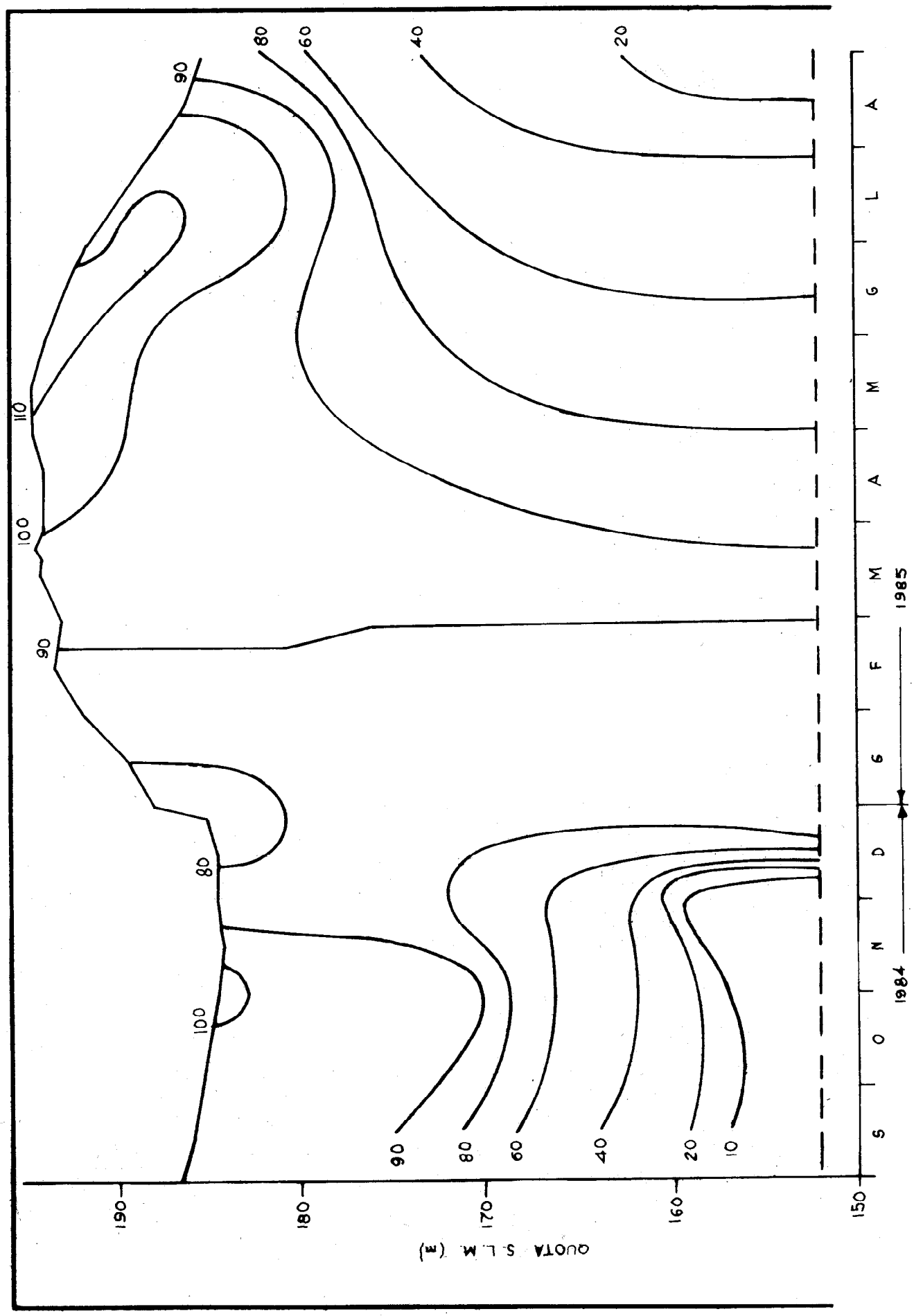
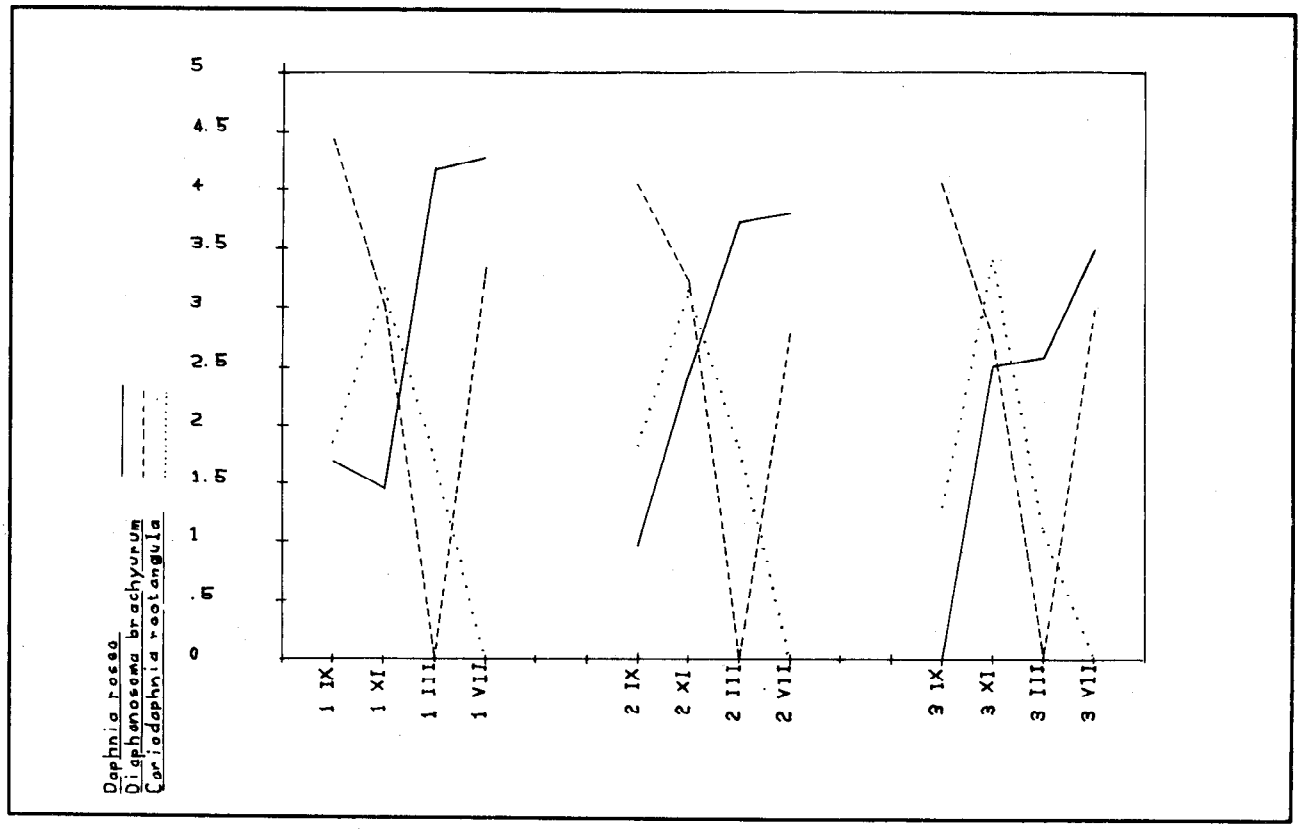


FIGURA 11: Andamento spazio-temporale della percentuale di ossigeno disciolto rispetto alla saturazione nella stazione 3.



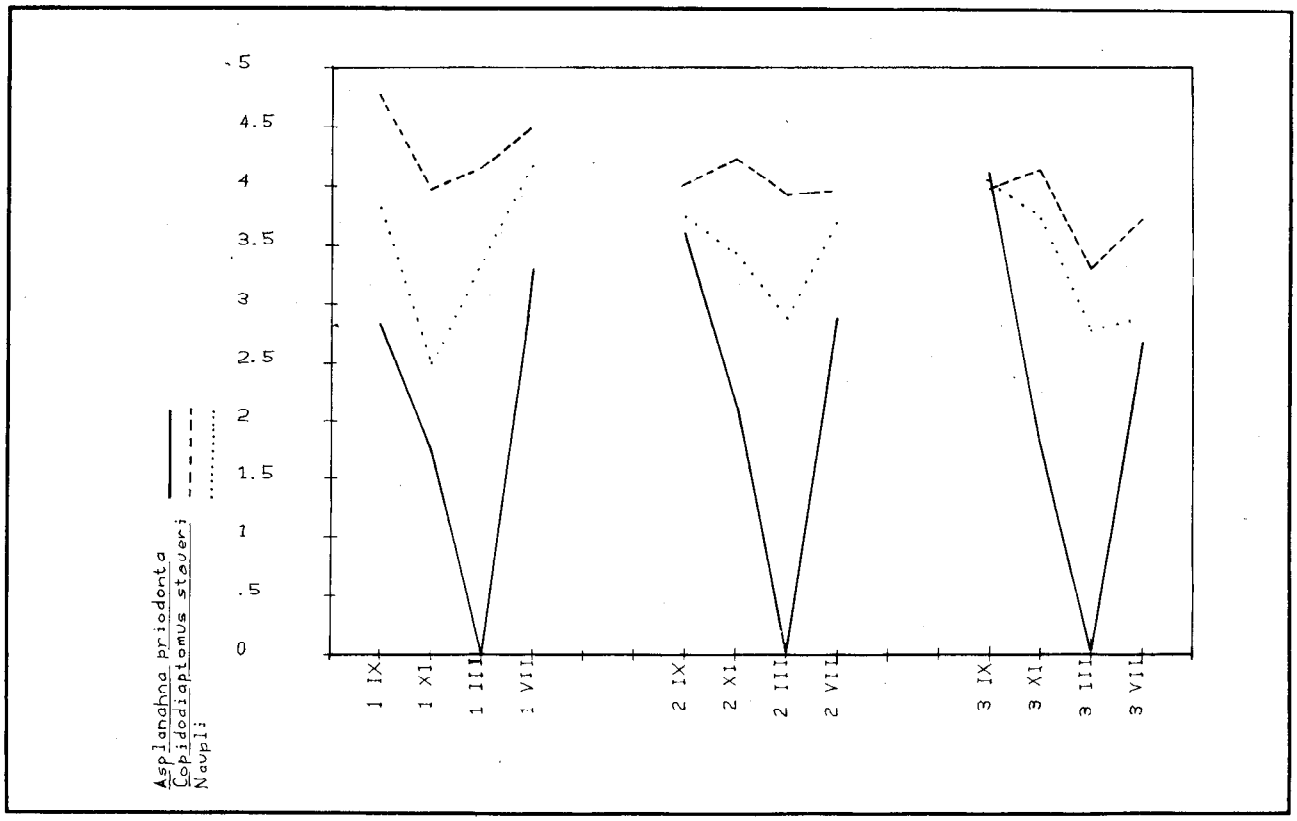
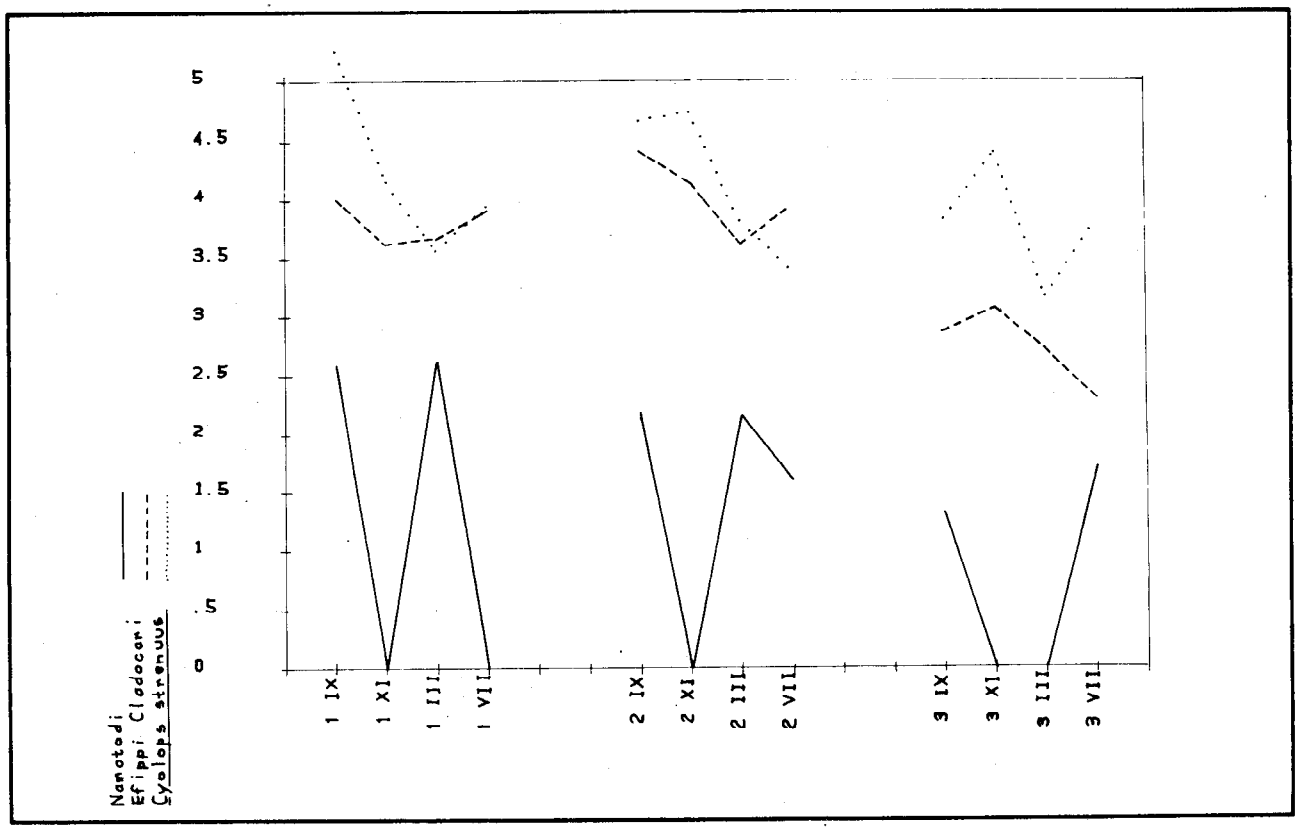


FIGURA 12 A: Fluttuazioni stagionali nelle 3 stazioni di alcune specie zooplanctoniche.



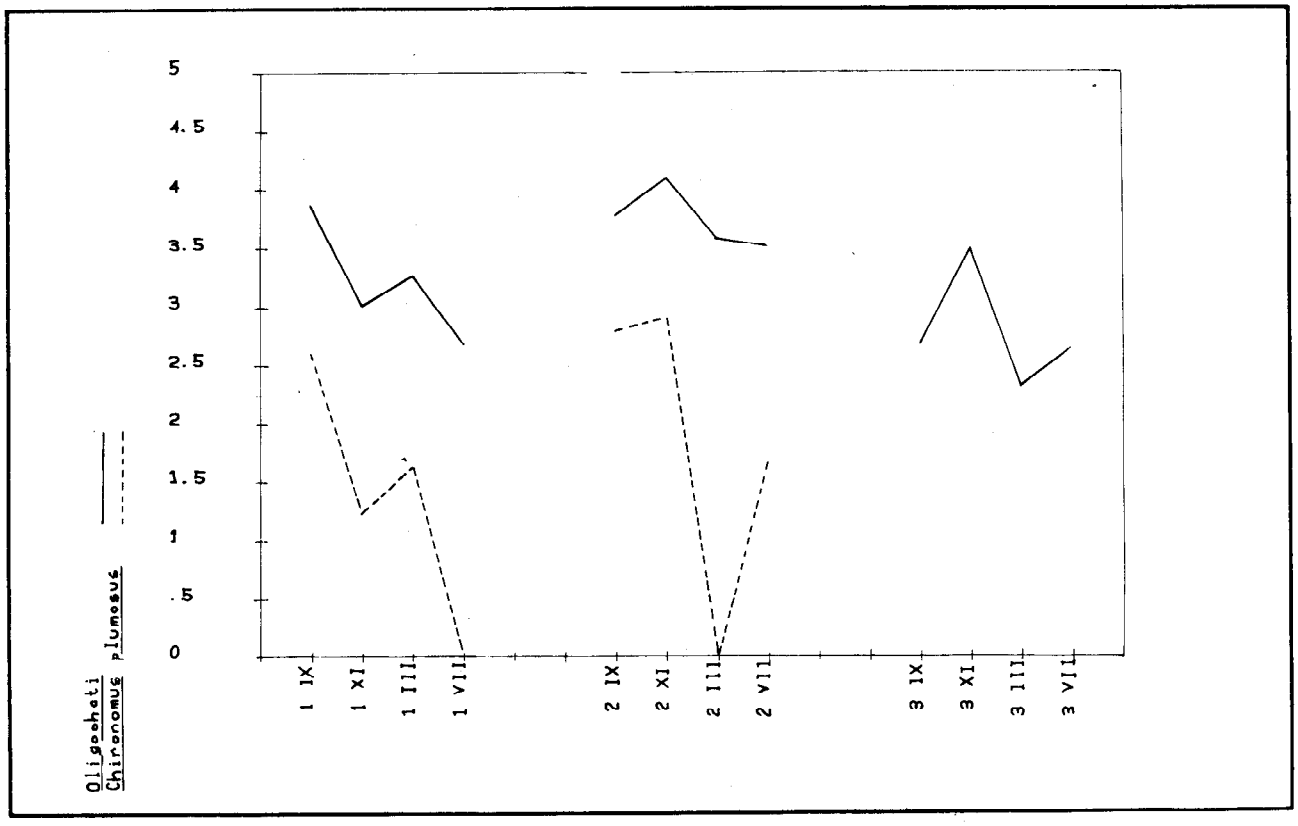


FIGURA 13: Fluttuazioni stagionali nelle 3 stazioni di alcune specie bentoniche.

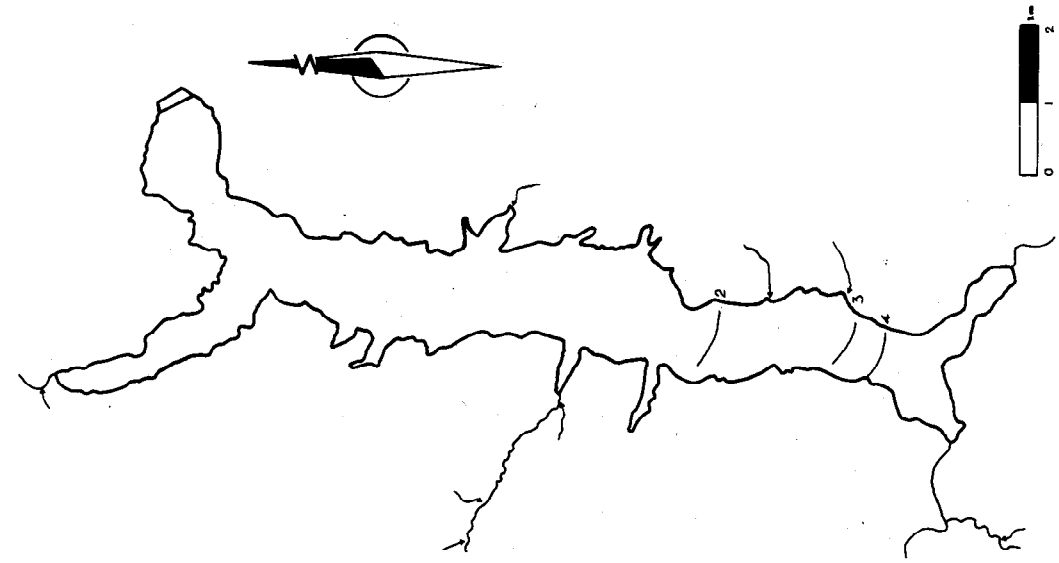


FIGURA 14 C: 13/3/1985 – Assenza di vento, portata media.

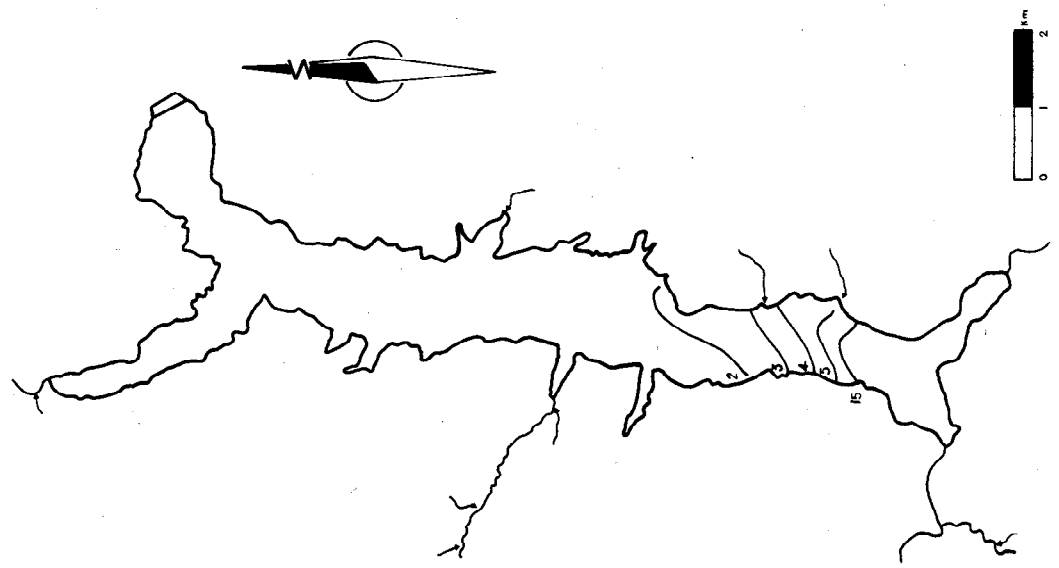


FIGURA 14 B: 12/3/1985 – Vento da sud, porta media.

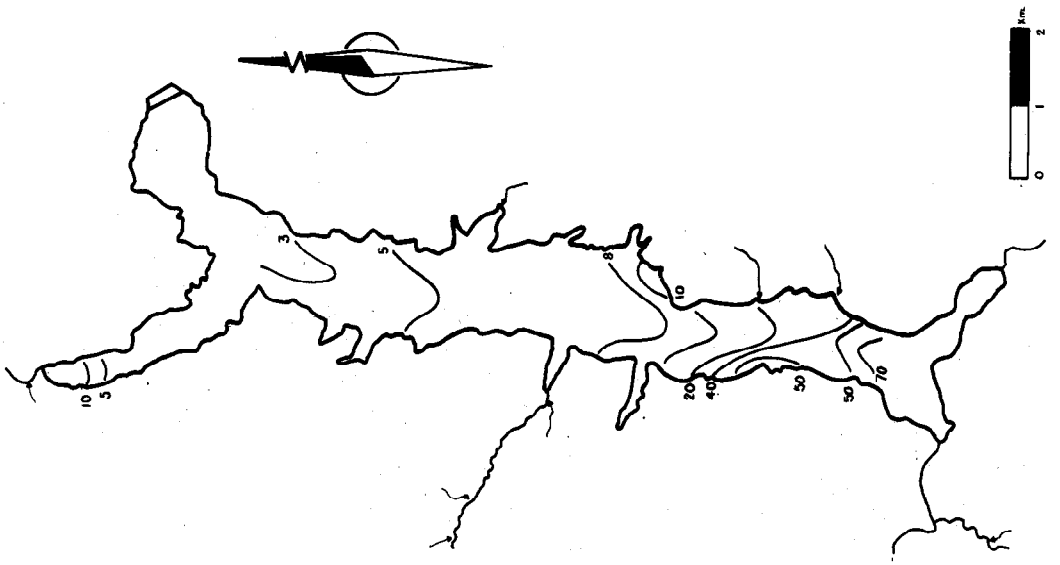


FIGURA 14 A: Distribuzione superficiale della torbidità (FTU). 28/11/1984 – Vento da nord, portata elevata.

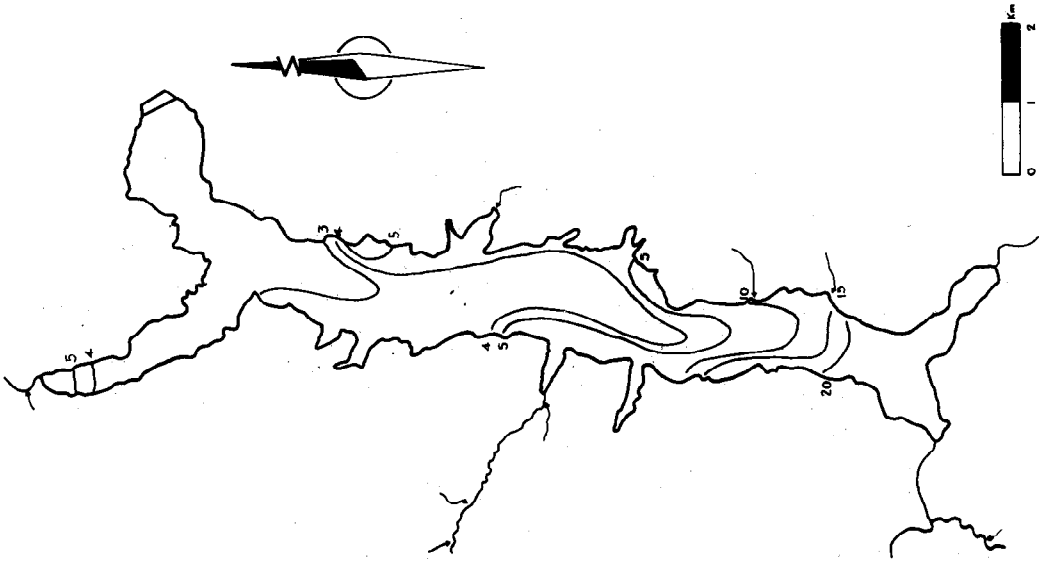


FIGURA 15: Distribuzione superficiale della torbidità media.

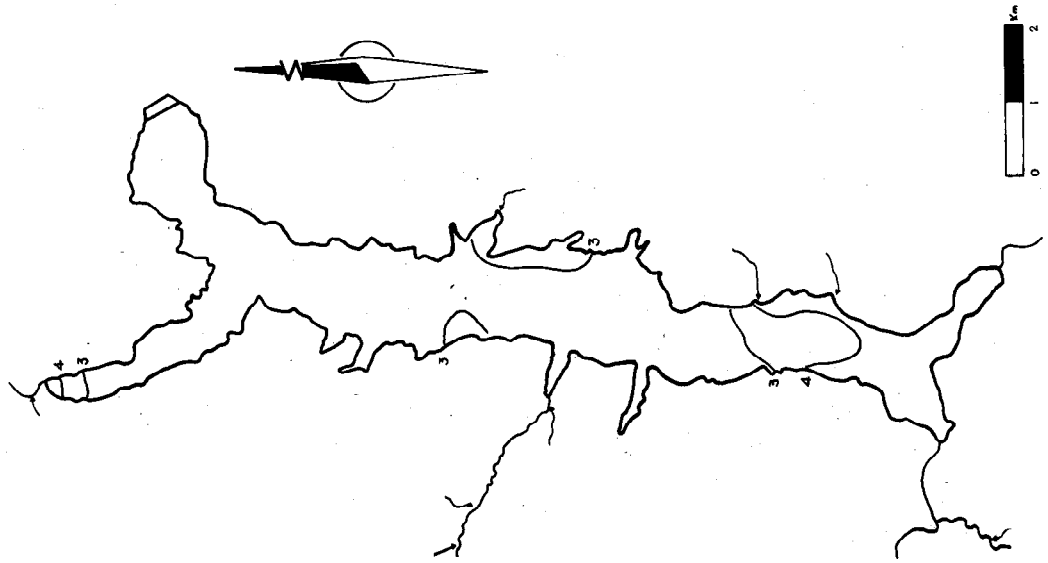


FIGURA 14 E: 3/7/1985 – Assenza di vento, portata minima.

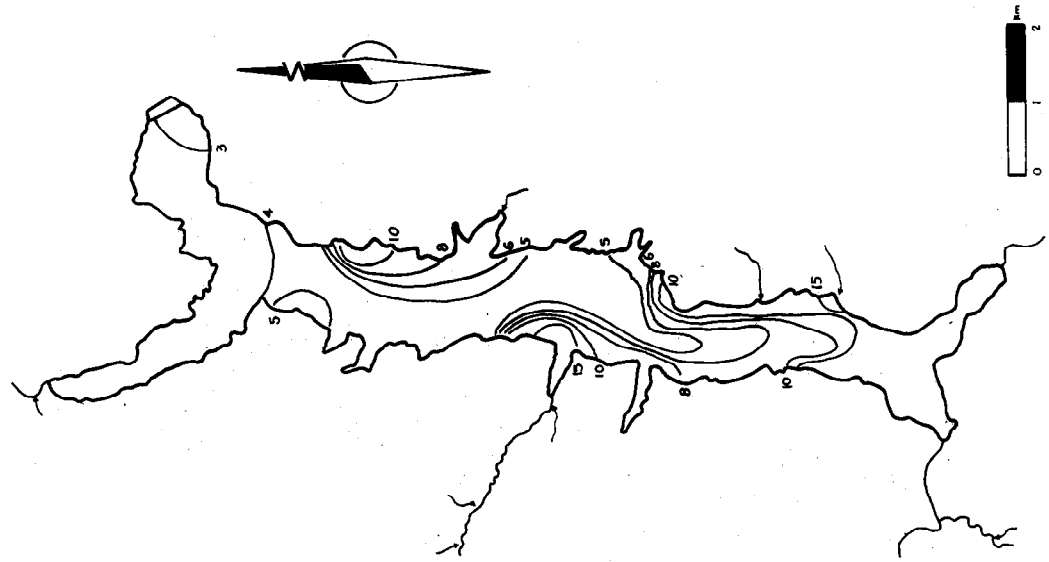


FIGURA 14 D: 1/7/1985 – Vento da nord, portata minima.

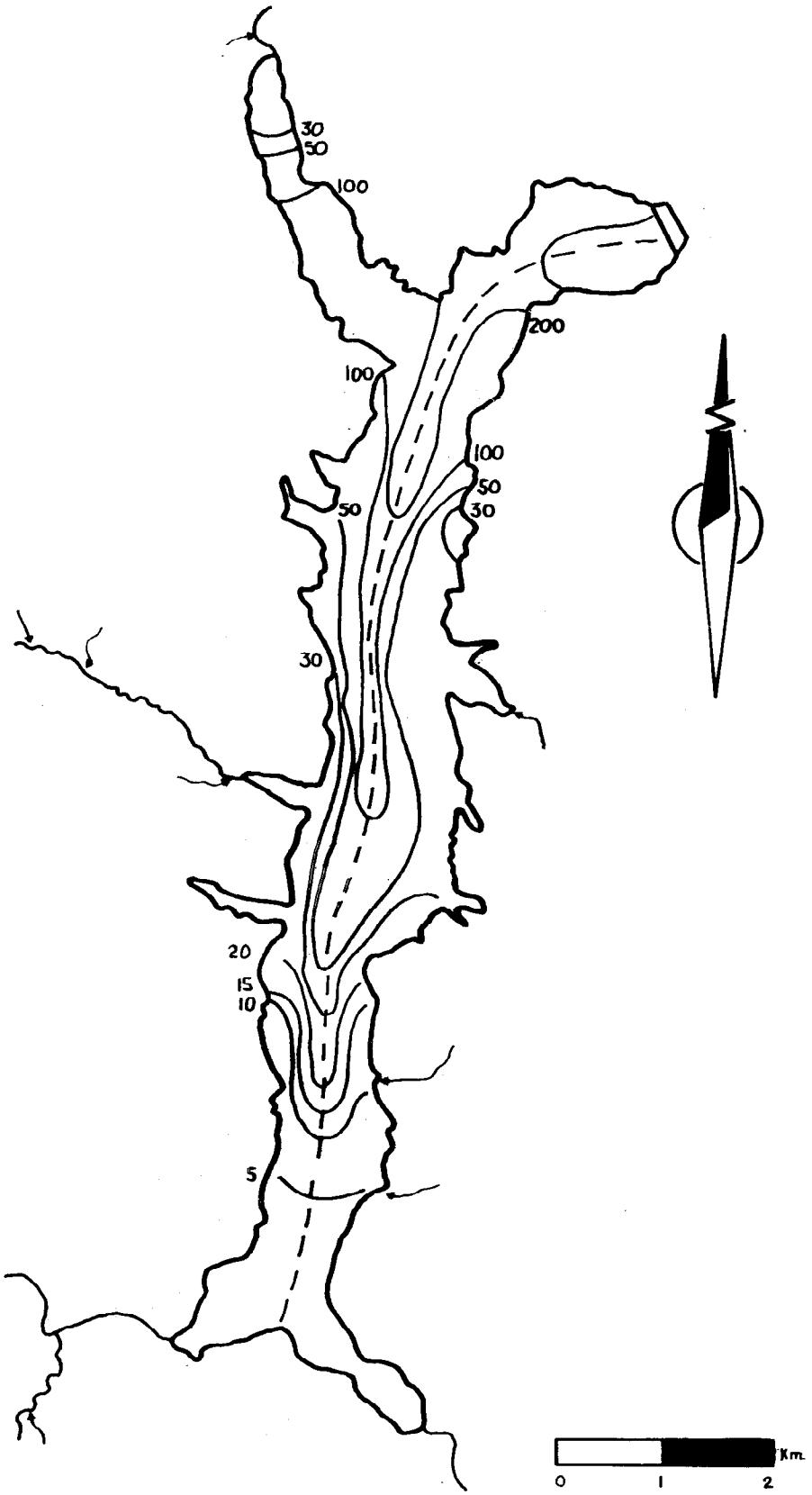


FIGURA 16: Distribuzione superficiale della diminuzione della torbidità media, rispetto alla concentrazione media dei corsi d'acqua.

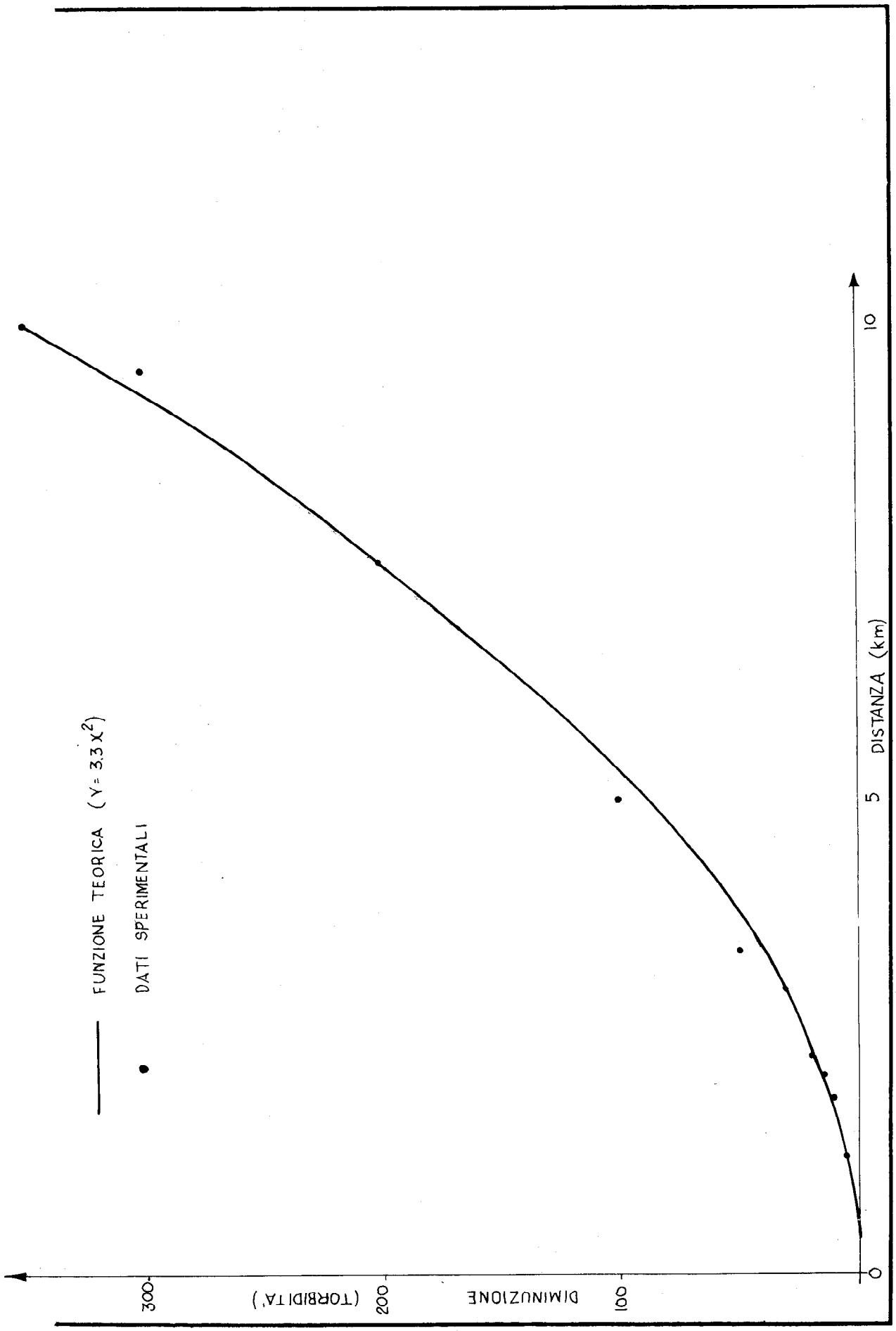


FIGURA 17: Andamento medio della diminuzione della torbidità, in funzione della distanza dalle foci dei fiumi Fortore e Tappino, lungo la traiettoria centrale di dispersione (v. linea tratteggiata della figura 16).

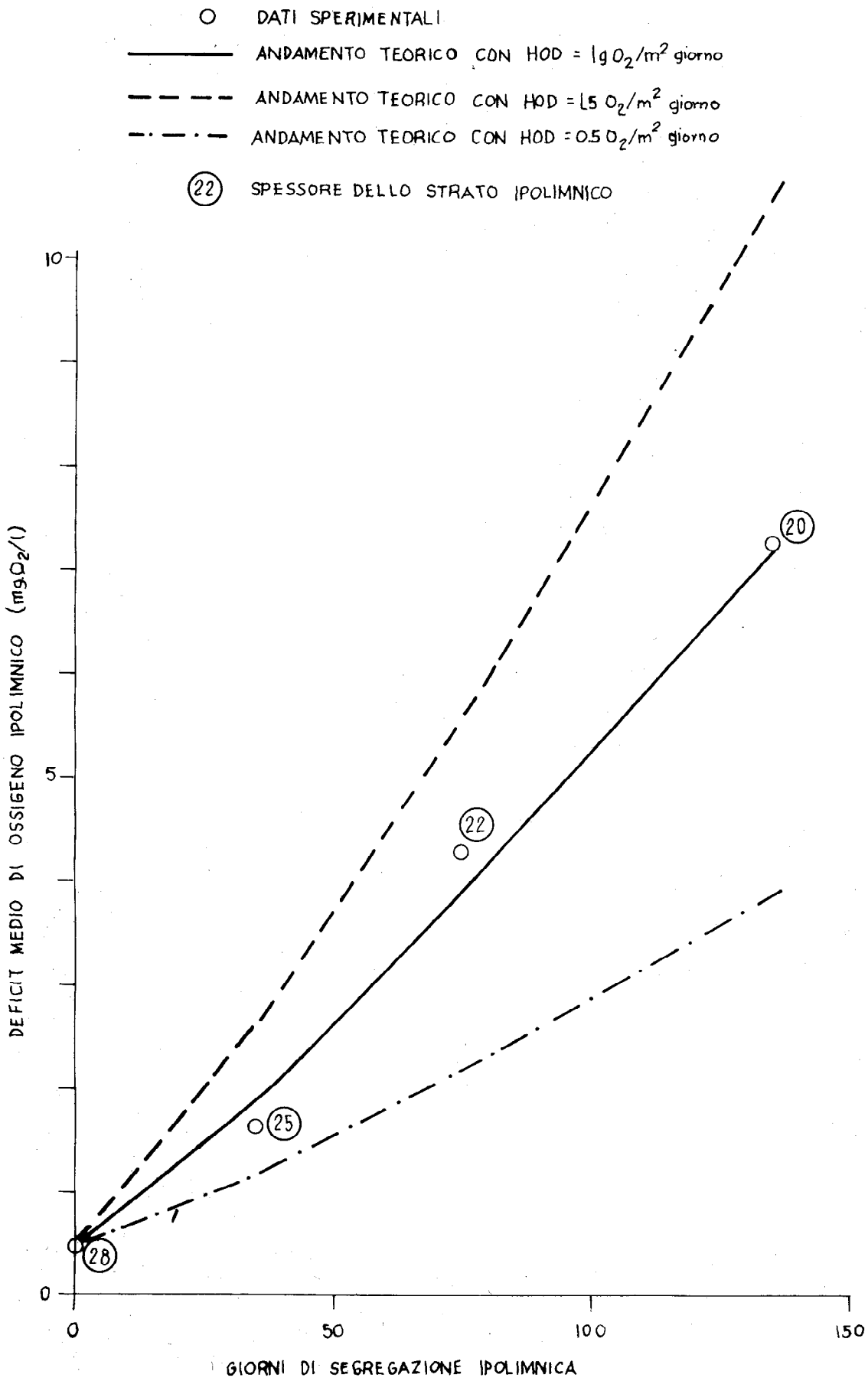


FIGURA 18: Andamento temporale del consumo di ossigeno (HOD = grammi per m^2 di sedimento per giorno) mediato sullo strato ipolimnico, a partire dall'inizio della stratificazione termica (supposto essere il 15/4/1985). Confronto tra dati sperimentali e diversi andamenti teorici (per HOD = 0.5, 1.0 e 1.5 gO_2/m^2 giorno).

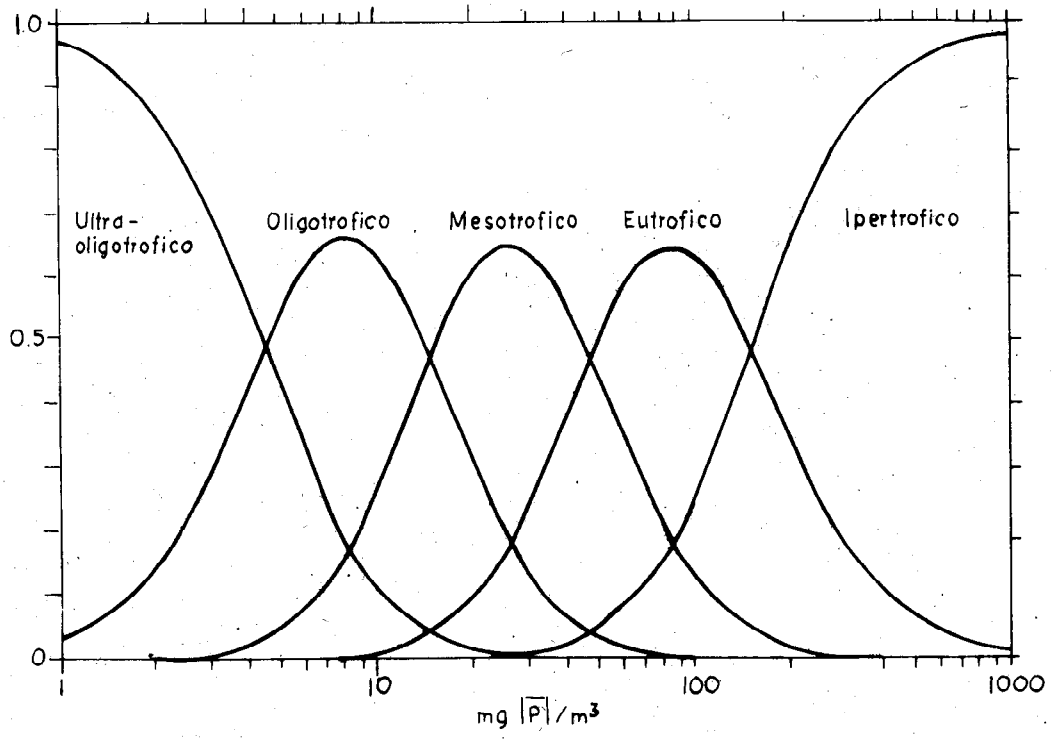


FIGURA 19: Classificazione probabilistica nelle diverse categorie trofiche, in funzione della concentrazione media del fosforo totale nel lago.

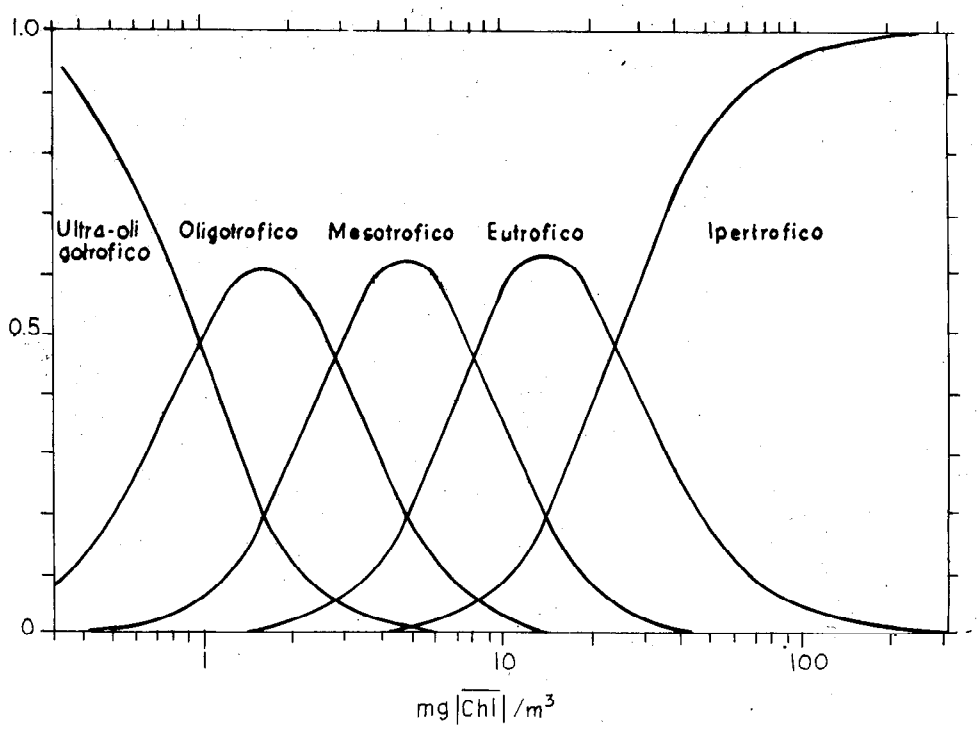


FIGURA 20: Classificazione in funzione della concentrazione media della clorofilla.

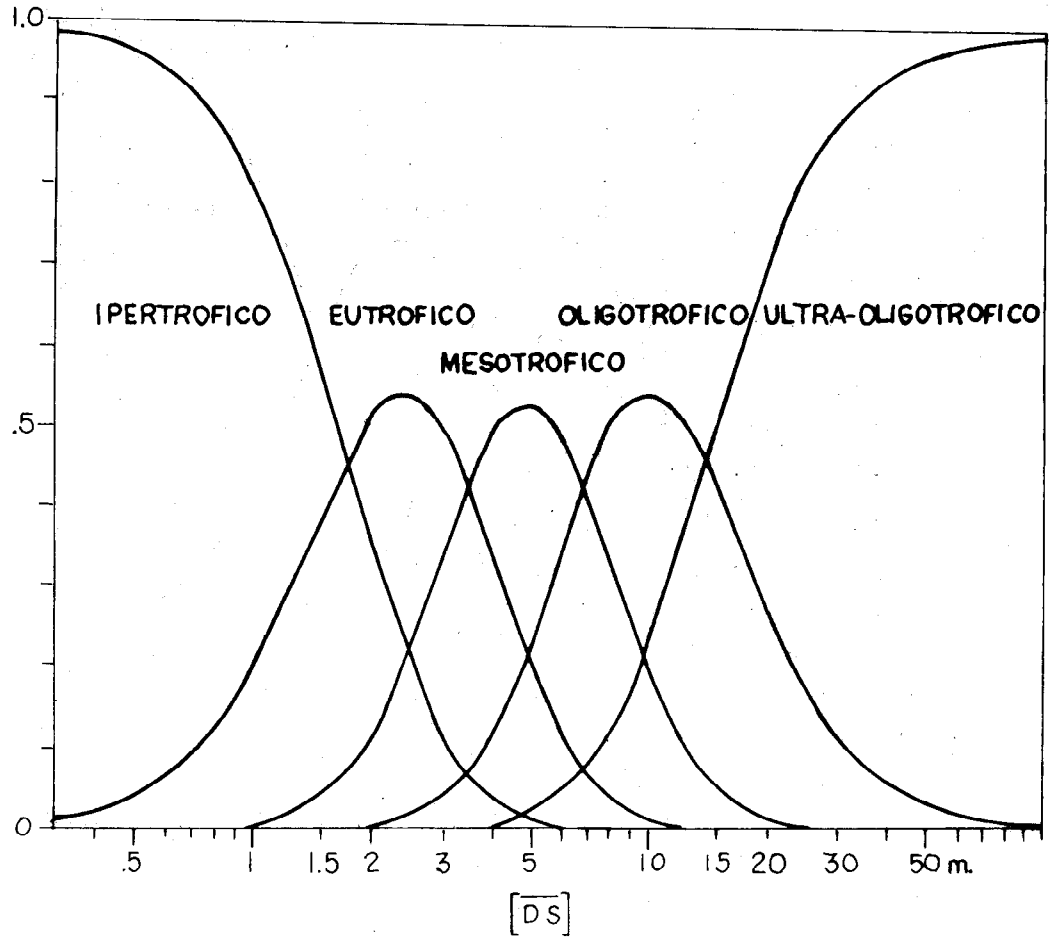
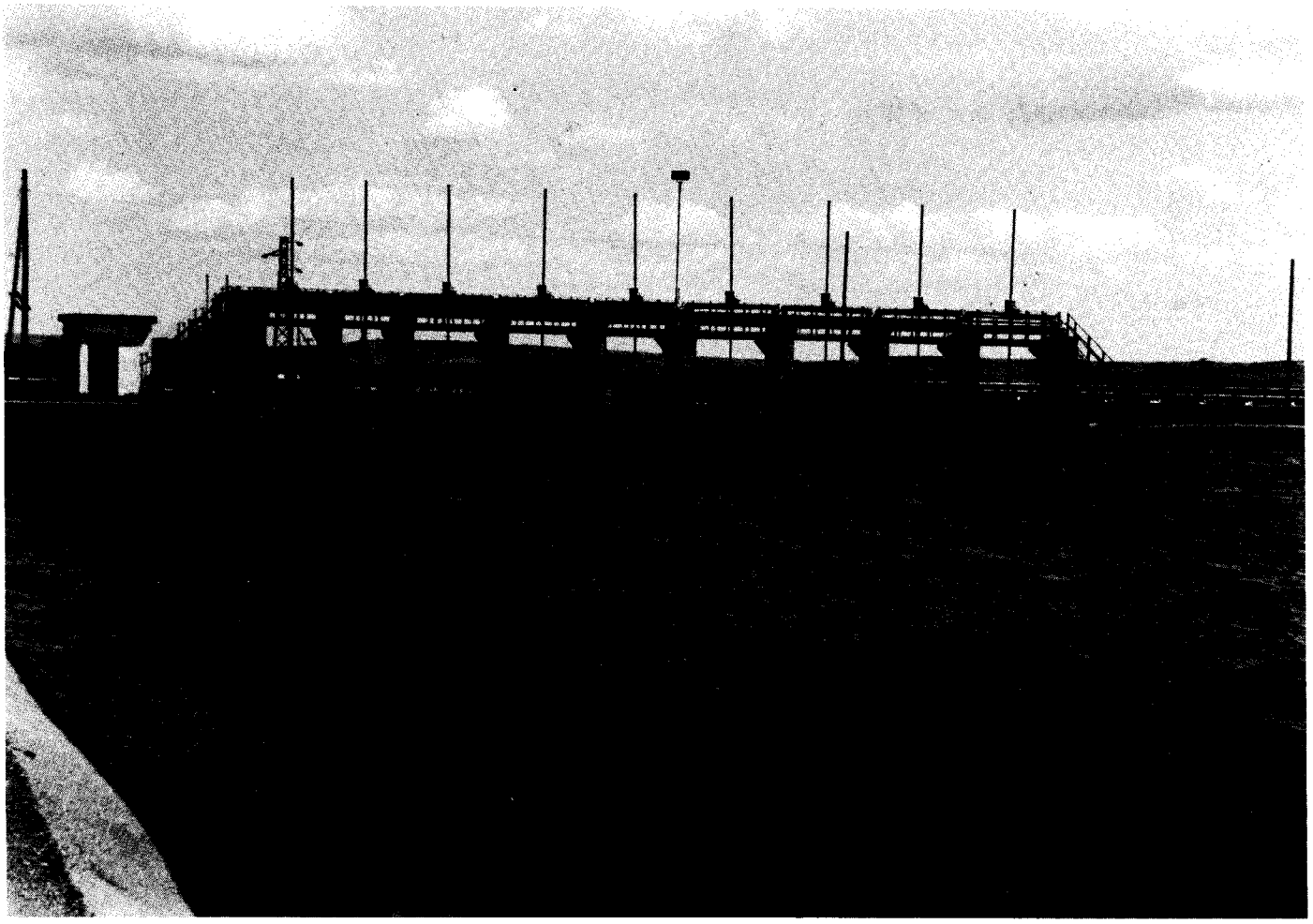


FIGURA 21: Cassificazione in funzione della profondità media (in metri) di scomparsa del disco di Secchi.



Vasca di Finocchito: paratoie delle derivazioni alle utenze irrigue, potabili e industriali.

Finito di stampare nel mese di dicembre 1986
presso le Officine Grafiche DEMAF - 0881/25070
Foggia