

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 84 (1996)

Artikel: Studi della dinamica del Lago di Lugano
Autor: Zamboni, F. / Pamini, R. / Salvadè, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1003251>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Studi della dinamica del Lago di Lugano

Zamboni F., Pamini R., Salvadè G. e Spinedi C.

Laboratorio di Fisica Terrestre, ICTS, Dipartimento dell'istruzione e della cultura
CH-6952 Lugano-Trevano

Studi di limnologia fisica vengono svolti da oltre 15 anni dal Laboratorio di Fisica Terrestre (LFT): questi è un ente istituito dal Consiglio di Stato nel 1975 e integrato nell'Istituto cantonale tecnico sperimentale (ICTS) di Lugano-Trevano nel 1981.

Il campo principale di attività scientifica del LFT è lo sviluppo di modelli numerici di geofisica. I modelli numerici descrivono processi naturali in modo quantitativo, mediante metodi di matematica numerica, utilizzando adeguati strumenti informatici.

Lo sviluppo di modelli numerici per la limnologia permette di descrivere lo stato e l'evoluzione di un corpo d'acqua naturale, con topografia complessa. Il problema fisico è prima di tutto idrodinamico, poi termodinamico quando si tiene conto degli scambi d'energia con l'ambiente esterno; ma nell'ecosistema hanno luogo fondamentali processi chimici e biologici, quindi un modello evolutivo deve essere multidisciplinare.

Costruire un modello multidisciplinare completo di tutti gli aspetti può restare un obiettivo, ma non rappresenta lo scopo della ricerca limnologica odierna. Innanzi tutto i processi fisici, chimici e biologici avvengono in scale temporali diverse: l'idrodinamica comprende calcoli con passi di tempo brevissimi, dell'ordine di qualche secondo, mentre per calcoli di chimica e biologia di un corpo d'acqua i passi di tempo sono dell'ordine di diverse ore; occorre tuttavia descrivere l'evoluzione biochimica durante cicli stagionali pluriennali. Sono stati perciò sviluppati modelli diversi che riguardano diversi aspetti limnologici.

Dal 1977 ad oggi, quattro progetti di ricerca principali del LFT sono stati finanziati dal Fondo Nazionale svizzero per la ricerca scientifica.

Il primo progetto riguardava lo sviluppo di un modello idrodinamico tridimensionale applicato al bacino nord del Lago di Lugano. Esso è stato finanziato dal FNSRS nell'ambito del programma nazionale di ricerca "Wasserhaushalt". La parte sperimentale della ricerca era svolta dall'Istituto di idrologia (VAW) del Politecnico federale di Zurigo (ETHZ), con una campagna di misure intensiva durante l'estate 1979 sul Ceresio, comprendente misure automatiche di venti, correnti, temperature della colonna d'acqua e oscillazioni della superficie del lago (onde stazionarie). Si deve sottolineare che le misure sperimentali sono il complemento indispensabile per la validazione di un modello: naturalmente le verifiche sperimentali sono limitate nel numero e nella durata temporale; ma un modello non ha alcun valore se non è accompagnato dalla conferma delle osservazioni sperimentali.

Dal 1983 al 1987 il LFT ha lavorato a un progetto finanziato dal FNSRS che comprendeva lo sviluppo di un modello idro-termodinamico, applicato al bacino sud del Ceresio. Le misure sperimentali sono state effettuate in una campagna nell'estate 1984, sempre in collaborazione con VAW-ETHZ. E' stato così determinato il regime delle correnti e delle onde interne del bacino.

Dal 1988 al 1992 il LFT ha svolto uno studio sulla stratificazione chimica del bacino nord del Ceresio, con un progetto di ricerca finanziato dal FNSRS, in collaborazione con il Laboratorio di Studi Ambientali (LSA) del Dipartimento dell'Ambiente e con VAW-ETHZ. Il bacino nord è in uno stato meromittico, presenta cioè una stratificazione salina permanente alla profondità di circa 100 m, che impedisce la circolazione completa dell'acqua. Questo progetto ha compreso tre parti: a)

modello numerico a tre strati; b) modello previsionale fisico-biochimico (LIMNMOD); c) misura della stabilità della stratificazione chimica.

- a) Il modello numerico a tre strati è stato sviluppato per descrivere il comportamento dinamico di un lago meromittico che comprende tre strati sovrapposti di densità diversa: la stratificazione superiore è dovuta al gradiente di temperatura, quella inferiore al gradiente di salinità. Per sollecitazione meteorologica i tre strati oscillano in modo coordinato, dando luogo a onde stazionarie sulle superfici di separazione (sesse e onde interne). Le onde interne hanno ampiezze notevoli (fino a diversi metri) e provocano spostamenti periodici di masse d'acqua, sia verticalmente che orizzontalmente. Il modello calcola le correnti periodiche indotte e i periodi di oscillazione, che vengono confrontati con le osservazioni sperimentali.
- b) Il modello LIMNMOD è stato l'oggetto di una tesi di dottorato al Politecnico di Zurigo; è un modello che accoppia i processi fisici a quelli biochimici. In funzione delle variabili meteorologiche e dei carichi delle sostanze apportate al bacino, il modello calcola l'evoluzione della qualità delle acque per diversi cicli annuali successivi. In modelli di questo tipo la geometria del corpo d'acqua viene semplificata, presupponendo una omogeneità orizzontale del bacino e calcolando solo su strati orizzontali sovrapposti. Il modello è stato applicato al caso del bacino nord del Ceresio e ha consentito di fare delle previsioni sulla sua evoluzione nei prossimi anni, alla luce degli interventi di depurazione delle acque già effettuati e in funzione anche di condizioni climatiche estremamente sfavorevoli.
- c) Misura della stabilità della stratificazione salina: una stazione di misura automatica galleggiante è stata ancorata nel bacino nord (Radioboa Idronaut 701). Essa consente di misurare, con frequenza fino a 6 volte al giorno, profili verticali di diverse grandezze fisico-chimiche. La sonda scende dalla superficie al fondo del lago e registra dati a intervalli regolari, con passi minimi di 10 cm. I dati vengono inviati a una stazione a terra via radio e pure da terra viene effettuata la programmazione delle misure. La Radioboa ha consentito di osservare le variazioni della stratificazione chimica durante oltre un anno, permettendo la calibrazione a la validazione del modello LIMNMOD.

Il risultato più importante di questo progetto è stata la previsione di una sostanziale stabilità della stratificazione salina del bacino nord, anche in condizioni meteorologiche estreme: viene quindi ritenuto improbabile il mescolamento dell'acqua di superficie con quella anossica e ricca di nutrienti (fosforo) dello strato profondo del lago.

L'ultimo piano di ricerca del Fondo Nazionale al quale partecipa il LFT è il progetto coordinato CONCERT: ricerca sulle particelle colloidali, nutrienti e tossiche nel Ceresio. Esso fa parte del Progetto Prioritario Ambiente (SPPU), Modulo 2 e va dal 1994 al 1996. CONCERT coordina tre sottoprogetti di istituti di ricerca svizzeri il cui scopo è quantificare il ruolo delle particelle colloidali nei cicli bio-geochimici di nutrienti, radionuclidi e metalli pesanti nei laghi. Il LFT ha ricevuto l'incarico di coordinare le misure che vengono eseguite nel Ceresio, che funge da laboratorio naturale per lo studio dei diversi processi. I tre sottoprogetti sono: RIACOL della EAWAG-ETHZ, che si occupa degli apporti fluviali e atmosferici nel lago; DYTRAC dell'Istituto Forel (Università di Ginevra), che studia la dinamica del trasporto e trasformazione di colloidali e particelle nel bacino nord (collabora a questo progetto anche l'Istituto batteriosierologico cantonale); MICOL dell'Università di Zurigo (Institut für Pflanzenbiologie), che valuta il contributo di microrganismi alla formazione e dissoluzione dei colloidali e particelle nel bacino sud. Nel progetto MICOL collaborano anche il LSA per la chimica e il LFT per la fisica. Il contributo del LFT è stata la misura dei parametri fisici della colonna d'acqua, mediante profilazione giornaliera per la durata di un anno con la stazione automatica (Radioboa) ancorata al largo di Figino. Inoltre il LFT ha ancorato, assieme a VAW-ETHZ, una stazione di misura subacquea nello stesso sito, per misurare profili di temperatura e le correnti vicino al fondo del lago, durante un anno intero e con una frequenza di 6 misure ogni ora. Queste misure hanno lo scopo di valutare gli scambi di sostanze fra acqua e sedimento. In particolare sono state misurate correnti di fondo di ampiezza notevole (diversi cm/s) che hanno sicuramente un ruolo nella ridissoluzione di sostanze nutrienti depositate nel sedimento. I dati misurati costituiscono un caso unico di monitoraggio dei cicli stagionali di un lago, mediante misure giornaliere con un'alta risoluzione spaziale. Molte importanti informazioni sui processi limnologici sono contenute in questi dati, la cui elaborazione e interpretazione è tuttora in corso.

I risultati più importanti di queste ricerche del Laboratorio di fisica terrestre finanziate dal Fondo Nazionale sono stati pubblicati su riviste scientifiche e gli estratti possono essere richiesti al ICTS.