

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 75 (1987)

Artikel: Studio idrodinamico del Lago di Lugano
Autor: Salvade, Giorgio / Zamboni, Febo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1003415>

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: 02.05.2026

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

STUDIO IDRODINAMICO DEL LAGO DI LUGANO

GIORGIO SALVADE' / FEBO ZAMBONI

LABORATORIO DI FISICA TERRESTRE
ICTS LUGANO – TREVANO

SUMMARY

Our Institut carries out a research on the hydrodynamics of the lake of Lugano, which comprises the numerical modelling of physical processes and the corresponding experimental measurements.

The aim is to get the physical parameters necessary for a forecast model of the water quality evolution.

Field data have been collected during two measure campaigns carried out in the North basin and in the South basin of the lake. Periods of several modes of surface and internal stationary waves have been determined.

Wind induced currents have been simulated and the water exchange between the two basins have been valued.

Questions related to non-linear waves induced by storms are still in study.

This research is partly supported by the Swiss national Science Foundation and done in collaboration with the VAW at Federal Institutes of Technology in Zurich.

1.INTRODUZIONE

Il Laboratorio di fisica terrestre si occupa di limnologia fisica dal 1977: da quell'anno è iniziato uno studio dell'idrodinamica del lago di Lugano, che comprende sia la simulazione dei processi fisici mediante modelli matematici di calcolo, che le misure sperimentali di verifica.

Obiettivo di questi studi è acquisire una sufficiente conoscenza dei fenomeni fisici che governano il lago, indispensabile per poter applicare dei modelli previsionali che consentano di valutare l'evoluzione chimico-biologica delle acque, in funzione degli interventi di risanamento.

I progetti di ricerca sono stati realizzati in collaborazione con l'Istituto di idraulica, idrologia e glaciologia (VAW) del Politecnico federale di Zurigo, con il finanziamento del Fondo nazionale svizzero per la ricerca scientifica.

Gli agenti che influenzano lo stato fisico di un bacino lacustre sono principalmente: l'irraggiamento solare, il vento, i corsi d'acqua immissari ed emissari, le variazioni di pressione atmosferica, la rotazione terrestre. La reazione del bacino a questi agenti è determinata dalla sua struttura interna (eventuale stratificazione termica), dalla forma delle sue sponde e del suo fondo. L'energia che viene scambiata in questi processi è energia termica ed energia meccanica. Perciò i processi vengono studiati con metodi di termodinamica ed idrodinamica. L'energia ceduta al bacino provoca il movimento dell'acqua che ha un aspetto periodico (onde) ed un aspetto aperiodico (correnti).

Anche le onde tuttavia provocano spostamenti locali dell'acqua, cioè correnti periodiche, che possono avere importanza nel trasporto di sostanze.

Le principali onde che si manifestano in un lago possono essere classificate come:

- a) **Onde di superficie:** sono provocate da oscillazioni forzate del livello dell'acqua sulla superficie di separazione acqua-aria. Il loro periodo e l'ampiezza dipendono dalla velocità del vento e dalla sua durata. Sono le onde note ad ogni osservatore.
- b) **Sesse:** sono onde stazionarie che provocano oscillazioni di tutta la massa d'acqua del bacino, che vengono eccitate dal vento e da sbalzi della pressione atmosferica. Il loro periodo dipende solo dalla forma e dalla profondità del bacino. Si misurano registrando le variazioni del livello dell'acqua con un limnografo.

c) **Onde interne:** si formano fra due strati d'acqua di densità diversa ed hanno grandi ampiezze e lunghi periodi di oscillazione. Sono eccitate dal vento e da sbalzi della pressione atmosferica. Le onde stazionarie interne vengono anche chiamate sesse interne ed il loro periodo dipende solo dalla forma del bacino, dallo spessore degli strati e dalla loro densità.

Le correnti sono responsabili del trasporto di sostanze e della loro distribuzione in un bacino, determinando il loro tempo di permanenza nel lago.

Lo studio effettuato sul Ceresio ha riguardato dapprima il bacino superiore, con un piano di ricerca dal 1978 al 1982, e poi il bacino inferiore, con un piano di ricerca dal 1984 al 1987.

2. RICERCHE NEL BACINO SUPERIORE

Il primo piano di ricerca ha comportato:

- Calcolo con modello matematico delle sesse di superficie dei due bacini (HUTTER, 1982).
- Calcolo con modello matematico delle onde interne del bacino superiore (HUTTER, 1983).
- Simulazione con modello matematico delle correnti nel bacino superiore (BOZZOLO, 1983).
- Simulazione con modello matematico del riscaldamento stagionale del bacino superiore (BOZZOLO, 1983).
- Misura sperimentale delle sesse di superficie, mediante la posa di limnografi nel bacino superiore nel 1979 ed in quello inferiore nel 1982.
- Campagna intensiva di misure nel bacino superiore, con la posa di 8 stazioni automatiche di registrazione di dati nel lago e di 3 boe con stazioni meteorologiche, per la durata di due mesi.

I dati sperimentali raccolti sono stati ordinati ed elaborati con programmi appositi ed i risultati sono stati confrontati con quelli calcolati dai modelli.

Le tabelle 1, 2 riassumono i valori ottenuti.

Tabella 1

Sesse di superficie bacino superiore

	Periodi calcolati (min)	Periodi misurati (min)
Modo 1	13.8	13.8 + 1%
Modo 2	6.6	6.2 + 5%
Modo 3	5.1	5.1 + 10%

Tabella 2

Sesse interne bacino superiore

	Periodi calcolati (h)	Periodi misurati (h)
Modo 1	26.0	24.2 + 4%
Modo 2	11.6	12.2 + 4%
Modo 3	8.4	8.0 + 4%
Modo 4	6.7	6.2 + 4%
Modo 5	5.1	5.1 + 4%
Modo 6	4.2	4.2 + 4%
Modo 7	3.8	3.8 + 4%
Modo 8	3.3	3.3 + 4%
Modo 9	2.9	2.9 + 4%
Modo 10	2.7	2.7 + 4%

Le ampiezze di oscillazione delle sesse di superficie sono di qualche centimetro, mentre quelle delle sesse interne sono di qualche metro.

Nell'analisi delle onde interne misurate è stata messa in evidenza l'esistenza di un'onda con periodo molto lungo, di circa 72 ore, che non trova spiegazione con il modello matematico. La sua origine sembra quindi essere diversa da quella delle altre onde interne. Una interpretazione teorica con l'ipotesi che si tratti di un'onda topografica è stata data da MYSAK, 1983, 1985. Le onde topografiche sono provocate dall'effetto combinato dalla rotazione terrestre e dalla topografia del fondo del bacino. Esse sono state osservate negli oceani e nei grandi laghi americani, mai prima in un lago delle dimensioni del Ceresio. Il problema è ancora dibattuto a livello teorico e non si possono scartare altre spiegazioni del fenomeno.

3. RICERCHE NEL BACINO INFERIORE

Il secondo piano di ricerca ha comportato:

- Calcolo con modello matematico delle onde interne del bacino inferiore (STOKER, 1987).
- Simulazione con modello matematico del campo delle correnti nel bacino inferiore (SALVADE' 1987).
- Calcolo, con modello matematico, delle oscillazioni delle superfici dei tre bacini del lago accoppiati (TROESCH, 1986; SALVADE', 1987).
- Calcolo dello scambio delle acque fra bacino superiore e bacino inferiore.
- Campagna intensiva di misure nel bacino inferiore, con la posa di 7 stazioni automatiche di registrazione dati nel lago e 3 boe con stazioni meteorologiche.
- Raccolta dati relativi al flusso d'acqua ed alla sua temperatura nel canale della diga di Melide, per la durata di un anno.

Il primo piano di ricerca è stato descritto in dettaglio dalle diverse pubblicazioni citate. Perciò ci limiteremo nel seguito alla descrizione del secondo piano di ricerca.

3.1 TECNICA DI MISURA DELLE ONDE INTERNE

Nel periodo di tempo dalla metà di agosto alla metà di ottobre 1984 abbiamo svolto una campagna intensiva di raccolta dati nel lago.

Abbiamo ancorato sette stazioni di misura in diversi punti del bacino inferiore ed una nel bacino superiore (figura 1). Ogni stazione di misura comprendeva un correntometro nell'epilimnio, un correntometro nell'ipolimnio ed una catena di 11 sensori di temperatura (termistori), equidistanti 1 metro l'uno dall'altro, disposti attraverso la termoclina (zona di transizione fra epilimnio ed ipolimnio). Gli strumenti erano fissati ad un cavo ancorato al fondo del lago e tenuto in tensione da sfere cave galleggianti sotto la superficie dell'acqua. Ogni strumento era collegato separatamente ad un proprio registratore magnetico di dati, che effettuava una registrazione ad intervalli scelti fra 10 e 30 minuti (figura 2).

Inoltre abbiamo ancorato tre boe meteorologiche galleggianti, equipaggiate per misure di temperatura dell'aria, pressione atmosferica, intensità di radiazione solare, velocità e direzione del vento. Questi dati venivano ugualmente registrati ad intervalli scelti fra 20 e 30 minuti (figura 3).

Infine abbiamo effettuato misure dirette del profilo di temperatura dell'acqua in 19 punti diversi del bacino inferiore nello stesso giorno, utilizzando per queste misure l'imbarcazione del Laboratorio di studi ambientali.

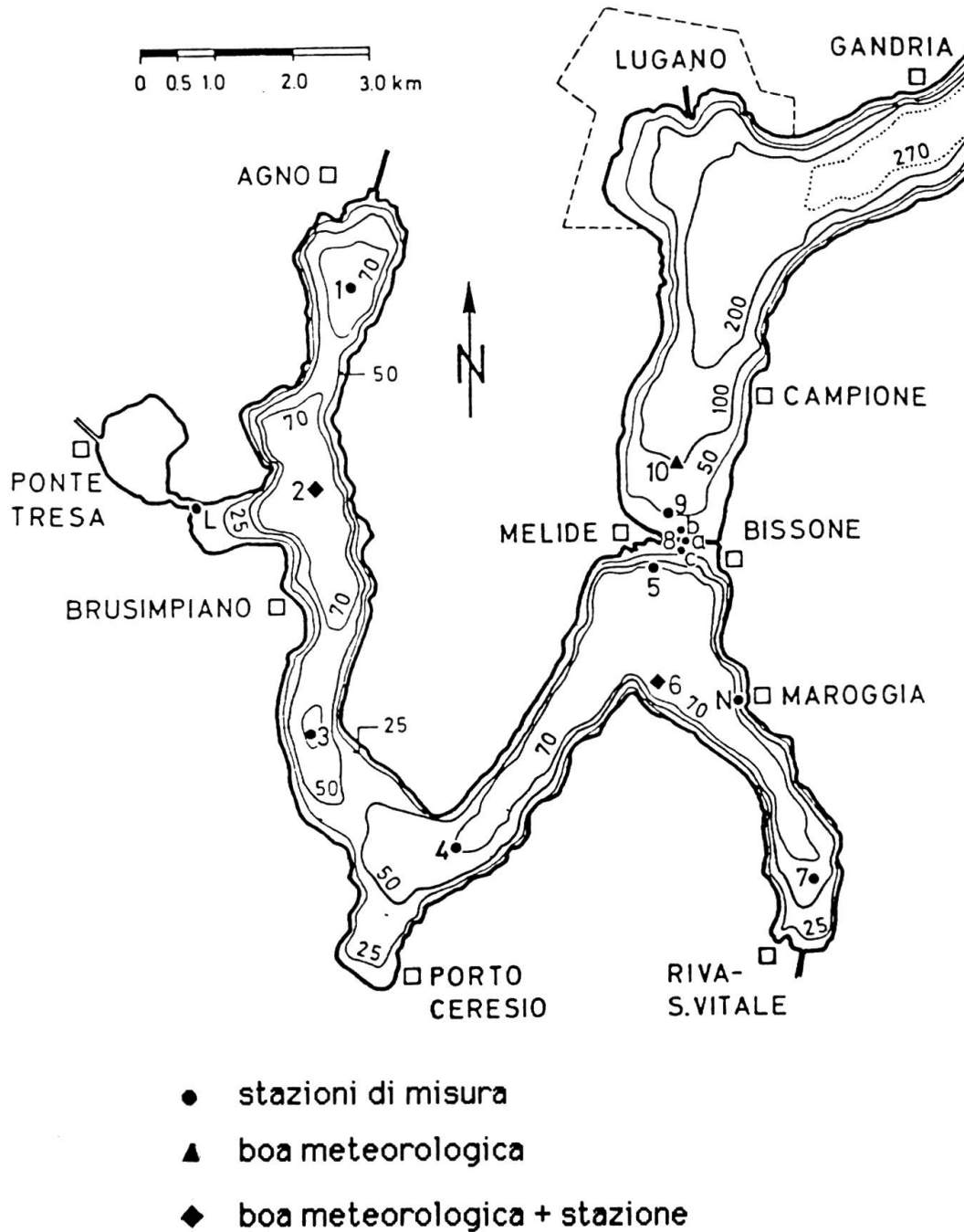


Fig. 1. – Posizione delle stazioni di misura ancorate al fondo del lago nella campagna di misure

3.2 ANALISI DEI DATI SPERIMENTALI

Le onde interne provocano una variazione periodica della temperatura, misurata dai sensori disposti attraverso la termoclina. Questi dati vengono elaborati ed infine si rappresentano graficamente le curve isoterme in funzione del tempo.

La figura 4 mostra una tipica rappresentazione delle isoterme per tutte le stazioni di misura. Si notano oscillazioni verticali che corrispondono ad onde interne con ampiezza da 1 a 2 metri. Già un'analisi diretta rivela oscillazioni periodiche con periodi di diverse ore. Un'ana-

Inoltre, il periodo di misura è stato caratterizzato da tre intervalli con tempo relativamente calmo, separati da due forti tempeste, una dal 5 al 6 settembre e l'altra dal 1 al 2 ottobre. Queste tempeste cambiano la struttura della stratificazione, in particolare la profondità della termoclina e, conseguentemente, risultano diversi i periodi delle onde interne nei tre diversi intervalli di misura. Infine bisogna tener conto del fatto che la temperatura di alcune stazioni risente di fenomeni locali: la stazione nel golfo di Agno è influenzata dal flusso freddo dell'estuario del Vedeggio che fa alzare la termoclina, mentre la stazione 5 presso Melide risente del flusso caldo di acqua dell'epilimnio del bacino superiore, che fa abbassare la termoclina.

3.3 MODELLO DELLE ONDE INTERNE

La simulazione matematica delle onde interne viene effettuata con un modello a due strati: la stratificazione del bacino viene approssimata da due strati separati d'acqua, aventi densità diversa. Il bacino inferiore è stato suddiviso in celle parallelepipedo, con base orizzontale quadrata di lato 250 m. La soluzione delle equazioni idrodinamiche del moto viene trovata

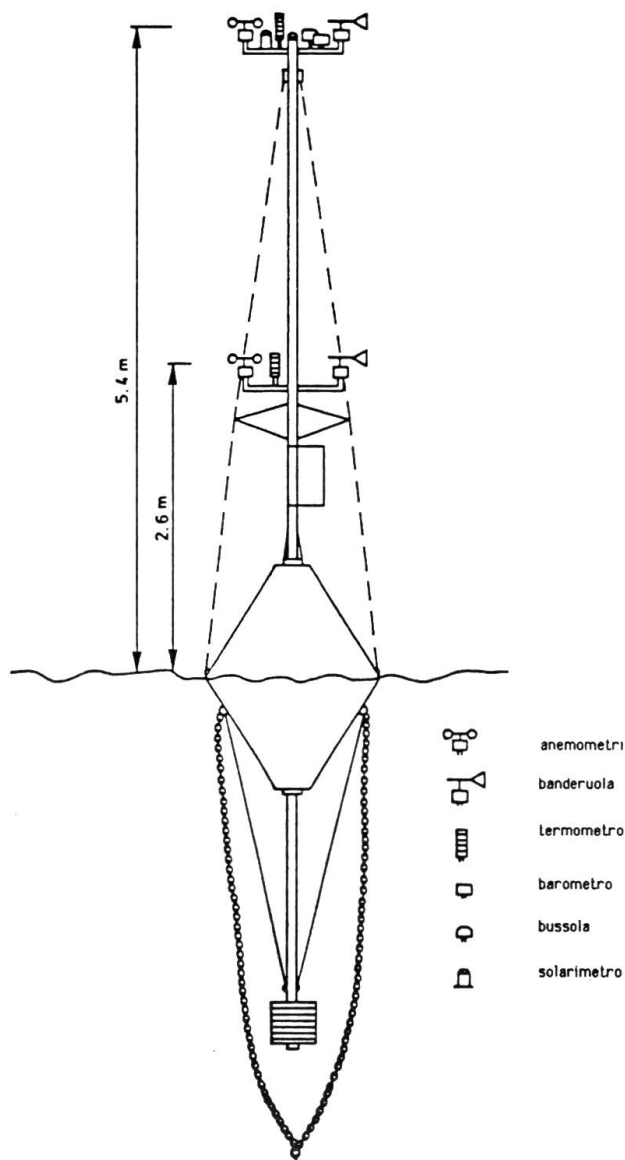


Fig. 3. – Boa meteorologica

numericamente col metodo delle differenze finite. Il problema si riduce alla ricerca degli autovalori e degli autovettori, che danno, rispettivamente, le frequenze di oscillazione e gli spostamenti verticali dell'interfaccia (ampiezza relativa dell'onda interna) e della superficie libera. Dai valori degli spostamenti si calcolano le velocità medie delle celle, che corrispondono ad un misura del trasporto orizzontale. La figura 6 mostra la distribuzione delle ampiezze delle sesse interne per i primi 4 modi.

Nella tabella 3 sono riassunti i valori dei periodi delle sesse calcolati con il modello e misurati sperimentalmente nel 1982.

La tabella 4 riporta i periodi delle sesse interne calcolati con il modello e misurati nella campagna intensiva, nell'intervallo di tempo dal 7 al 30 settembre 1984.

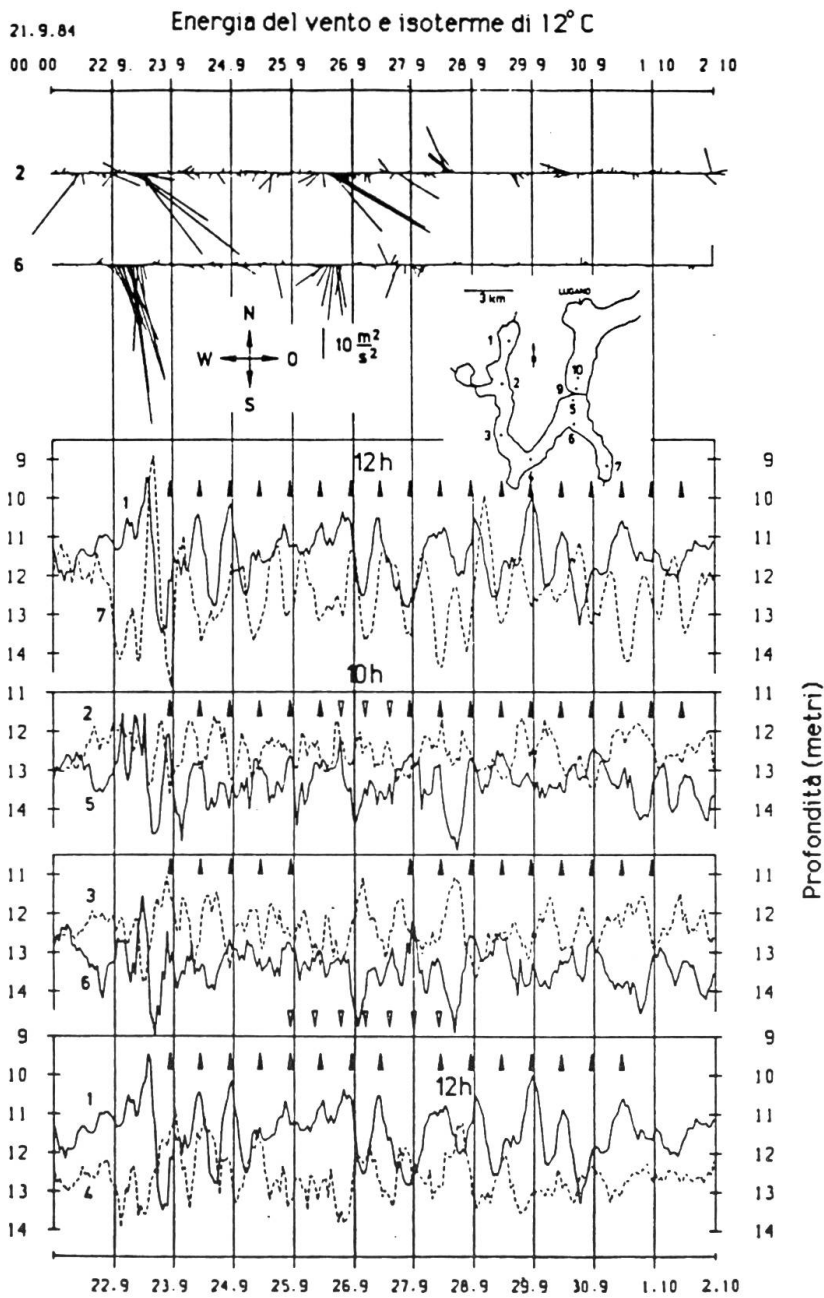


Fig. 4. – Oscillazioni delle linee isoterme in un intervallo fra due tempeste

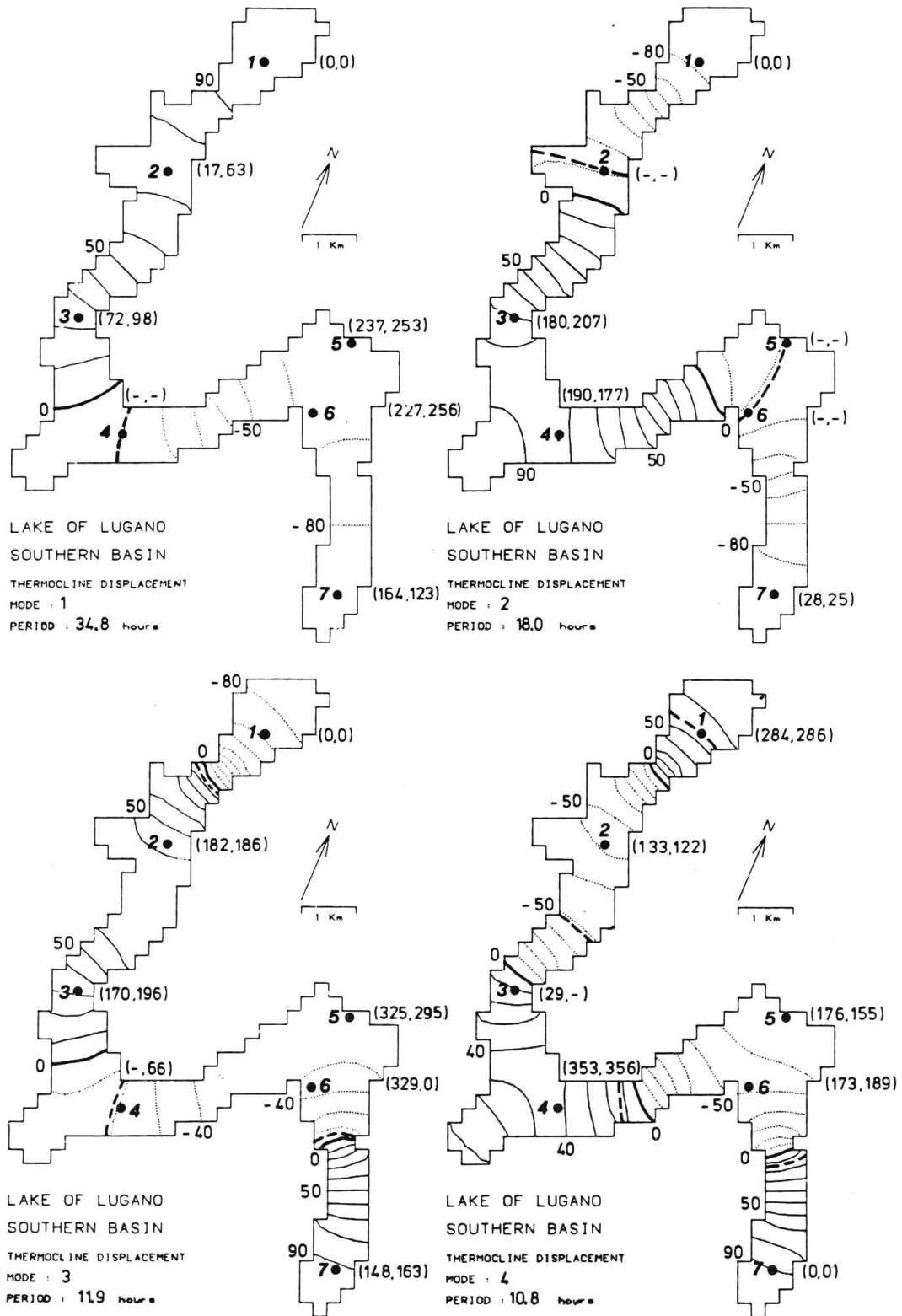


Fig. 6. – Ampiezza relativa calcolata delle onde interne. Le linee in grassetto continue rappresentano le linee nodali calcolate, quelle tratteggiate le linee nodali misurate

Tabella 3

Sesse di superficie bacino inferiore

	Periodi calcolati (min)	Periodi misurati (min)
Modo 1	27.8	27.63 + 4%
Modo 2	13.6	13.93 + 4%
Modo 3	9.4	9.6 + 10%
Modo 4	8.5	8.7 + 15%
Modo 5	5.6	5.8 + 8%

Tabella 4

Onde interne bacino inferiore

	Periodi calcolati (h)	Periodi misurati (h)
Modo 1	37.3	37.2 + 4%
Modo 2	19.2	17.4 + 4%
Modo 3	12.8	12.1 + 2%
Modo 4	11.5	10.2 + 2%
Modo 5	7.2	6.6 + 5%
Modo 6	6.3	
Modo 7	5.2	
Modo 8	5.0	
Modo 9	4.4	4.5 + 5%
Modo 10	4.2	3.9 + 5%

3.4 MODELLO DELLE CORRENTI

La simulazione matematica delle correnti del bacino inferiore è stata effettuata con un modello numerico alle differenze finite, sviluppato da OMAN, 1982 e da noi adattato alla geometria del bacino. Il modello fa uso delle equazioni di Navier-Stokes dell'idrodinamica e dell'equazione di bilancio dell'energia. Il sistema di equazioni viene semplificato tenendo conto del movimento prevalentemente orizzontale dell'acqua (approssimazione idrostatica) e considerando costante la densità tranne che nel termine della pressione idrostatica (approssimazione di Boussinesq).

Le equazioni differenziali vengono discretizzate, approssimando il bacino d'acqua ad un insieme di celle parallelepipedo. Esse sono raggruppate secondo strati orizzontali con superfici di separazione fisse. La densità, la temperatura e la velocità vengono mediate in ogni cella e si assegnano dei coefficienti di viscosità turbolenta per simulare la resistenza al moto. Le equazioni vengono quindi integrate su ogni strato, tenendo conto delle condizioni al contorno nelle interfacce.

Il modello calcola, per ogni cella, le componenti cartesiane della velocità e la temperatura, in funzione del tempo di simulazione. Nel nostro caso abbiamo suddiviso il bacino in 16 strati orizzontali, di spessore diverso, con celle di sezione orizzontale quadrata di lato 250 m.

Abbiamo simulato con il modello un periodo di 5 giorni, durante il quale si sono verificate condizioni atmosferiche di forte vento e sbalzi di pressione. I dati atmosferici introdotti erano quelli misurati dalle boe meteorologiche, mediati su un'ora. La figura 7 rappresenta le correnti orizzontali dopo 36 ore dall'inizio della simulazione, alla profondità di 5 m.

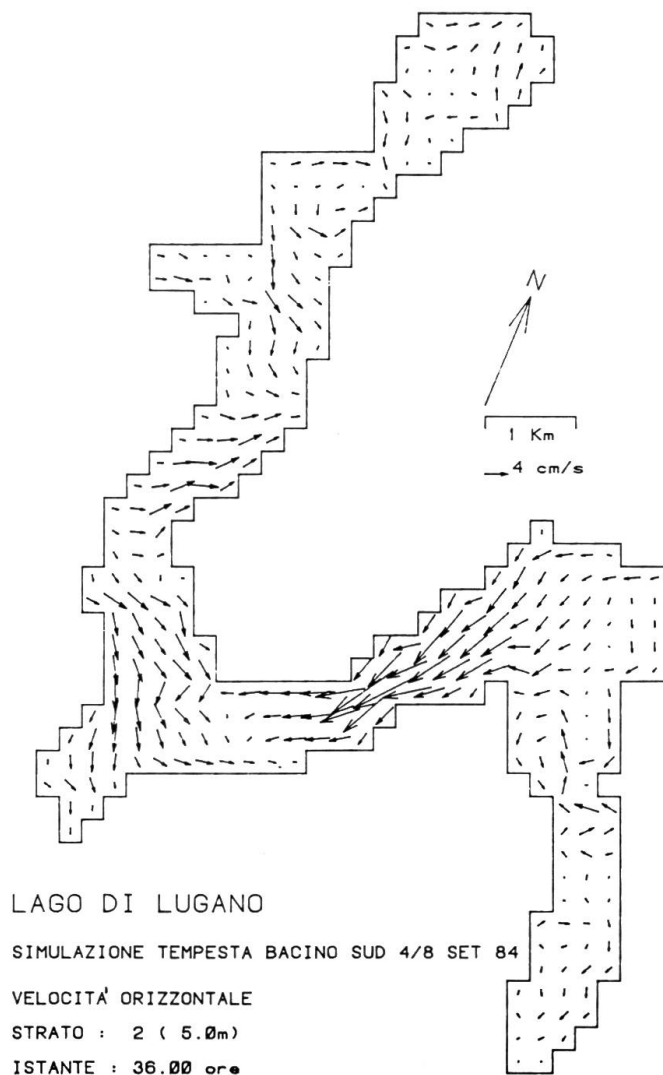


Fig. 7. – Simulazione delle correnti provocate dal vento nel bacino sud, alla profondità di 5m

Per confrontare i risultati del modello con le misure sperimentali, si è calcolata, in funzione del tempo, la posizione delle linee isoterme in corrispondenza dei punti dove erano ancorate le stazioni di misura. La figura 8 mostra, per la stazione nel golfo di Agno, tre linee isoterme calcolate dal modello, mentre la figura 9 mostra le corrispondenti isoterme misurate dalla stessa stazione. Si può notare che il modello simula in maniera verosimile il grande spostamento verticale delle isoterme dovuto alla tempesta. Le differenze quantitative sono dovute alle approssimazioni fatte, sia nella discretizzazione del bacino, sia nella distribuzione del vento, del quale conoscevamo solo i valori nei tre punti misurati con le boe meteorologiche. Lo spostamento delle isoterme corrisponde ad una oscillazione della massa d'acqua con ampiezza di diversi metri, evento che viene interpretato come un'onda interna non lineare, chiamata upwelling. Si noti che il fenomeno ha una durata di più di 10 ore e fa variare la temperatura alla profondità di 5 m da 20° C a 12° C.

3.5 SCAMBIO D'ACQUA FRA I DUE BACINI

Un problema fondamentale per la previsione dell'evoluzione della qualità delle acque nel lago di Lugano è la conoscenza del flusso d'acqua fra il bacino superiore ed il bacino inferiore, attraverso il canale della diga di Melide.

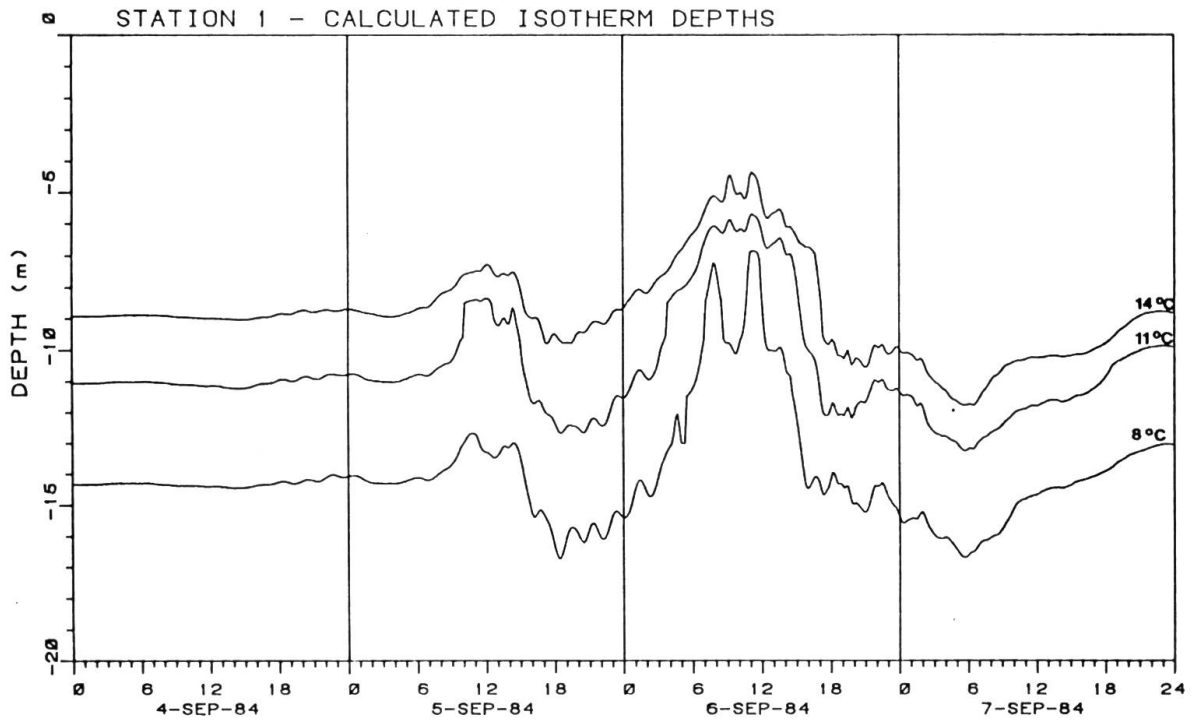


Fig. 8. - Simulazione tempesta: spostamento verticale delle linee isoterme di 8,11,14 C

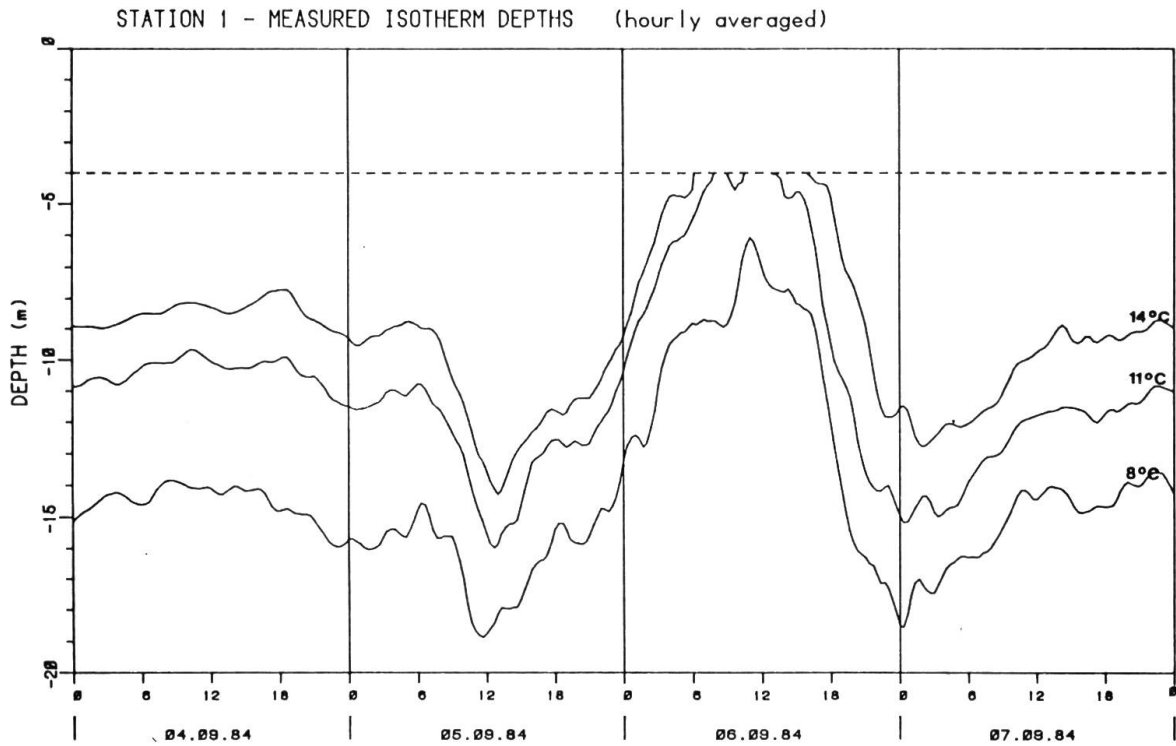


Fig. 9. - Spostamenti misurati delle isoterme dopo una tempesta

Per determinare la portata del canale occorre conoscere la sua sezione e la velocità delle corrente. Per misurare la velocità abbiamo ancorato un correntometro nel mezzo del canale, ad una profondità di 3 m, dal febbraio 1984 fino ad aprile 1985. Lo strumento ha registrato la velocità della corrente e la temperatura ad intervalli di 20 min. Contemporaneamente, all'ingresso del canale, nel bacino superiore, abbiamo ancorato una catena di 11 termistori, per registrare il profilo verticale di temperatura e quindi misurare la formazione della stratificazione.

L'analisi dei dati evidenzia delle oscillazioni periodiche della corrente, con velocità fino a 20 cm/s (figura 10).

L'analisi delle frequenze dimostra che alcune di queste oscillazioni sono dovute a variazioni periodiche del livello di uno dei due bacini, che corrispondono alle sesse di superficie misurate. La figura 11 mostra uno spettro di frequenza nel quale si possono riconoscere le diverse componenti armoniche delle sesse. Tuttavia due oscillazioni di notevole ampiezza, aventi periodi di circa 100 min e 54 min, non corrispondono ai periodi delle sesse misurate. Queste oscillazioni sono state interpretate come sesse originate dell'accoppiamento dei tre bacini del lago, cioè bacino superiore, bacino inferiore e bacino di Ponte Tresa .

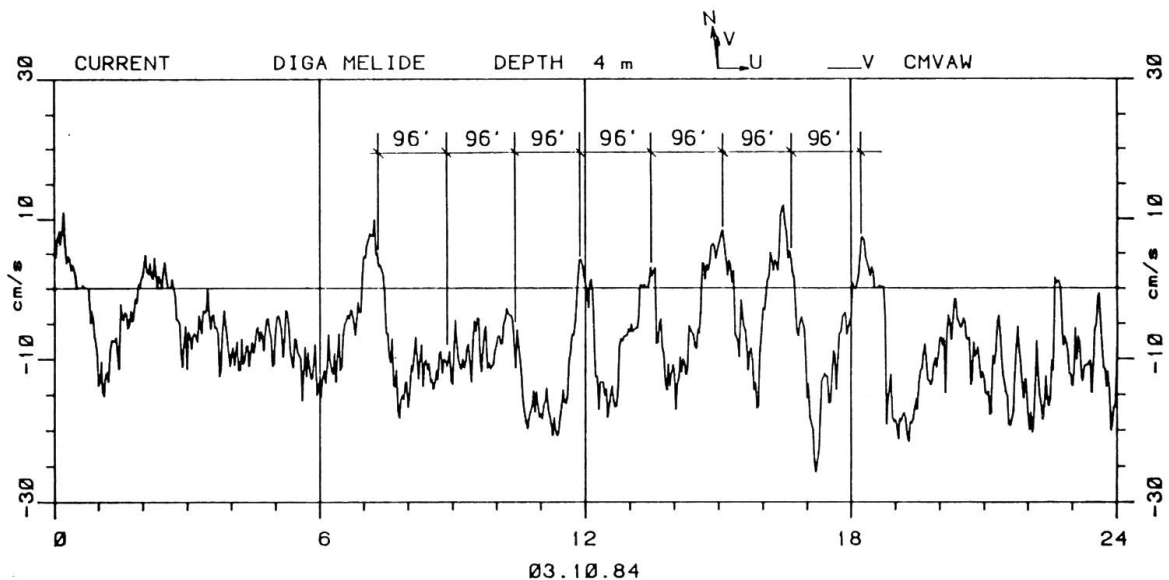


Fig. 10. – Esempio di oscillazioni periodiche della corrente, misurate nel canale della diga di Melide

Per provare ciò è stato applicato il modello per il calcolo delle sesse di superficie ad una griglia di calcolo con celle di sezione orizzontale quadrata di lato 50 m, che comprende l'intero lago (SALVADE'. 1987)

I risultati dei calcoli del modello mostrano che il periodo di 100 min è dovuto ad una sessa che interessa i tre bacini, con un'oscillazione fondamentale che ha una linea nodale in corrispondenza della diga di Melide (vedi figura 12). Si noti che la velocità ha la massima ampiezza sulla linea nodale. Analogamente il periodo di 54 min corrisponde ad una oscillazione armonica con linea nodale nel canale di Lavena.

Le oscillazioni periodiche delle correnti nel canale della diga di Melide, indicano che ci sono scambi d'acqua di superficie anche dal bacino inferiore al bacino superiore. Un bilancio netto può essere fatto conoscendo la periodicità di questi scambi ed esso, tenendo conto delle diverse concentrazioni di sostanze nei due bacini, è importante per un modello previsionale sull'evoluzione della qualità delle acque. La figura 13 rappresenta un primo bilancio dello scambio d'acqua fra i due bacini, calcolato analizzando le misure di corrente effettuate per un anno ed assumendo la velocità costante su tutta la sezione del canale.

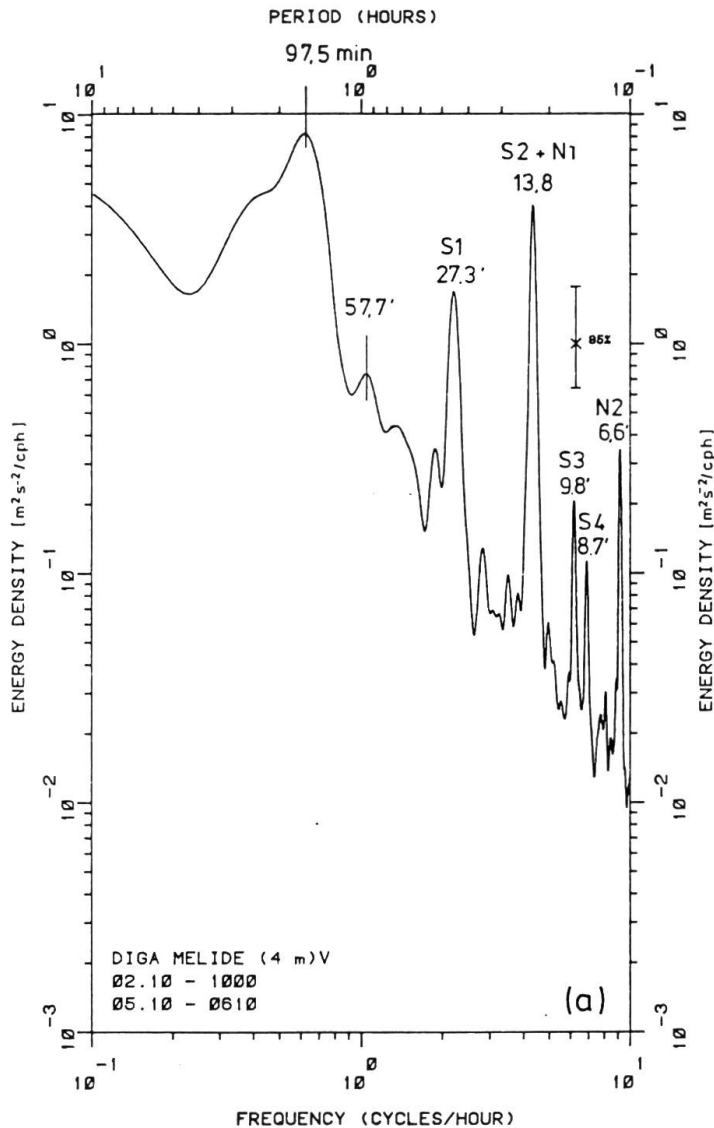


Fig. 11. – Spettro di frequenza delle oscillazioni della corrente nel canale di Melide

Tuttavia il problema è più complicato durante i mesi di stratificazione termica del lago: sebbene la profondità del canale sia inferiore a 5 m, mentre la profondità minima dell'epilimnio sia circa 10 m, è possibile che, in particolari situazioni meteorologiche, l'acqua profonda dell'ipolimnio si sollevi fino a passare attraverso il canale. Ciò è provato dalle misure fatte nel canale nei mesi estivi: la figura 14 mostra un evento in cui la temperatura misurata nel canale si abbassa in breve tempo di circa 8°C , mentre la corrente va dal bacino inferiore al bacino superiore. Durante la campagna intensiva, abbiamo potuto constatare che un simile evento si è verificato quando la stazione nel golfo di Melide registrava una «upwelling». Si noti che contemporaneamente la stazione meteorologica misurava forte vento da nord. Questo significa che, mentre il correntometro nel canale misurava una corrente da sud a nord alla profondità di 3 m, l'acqua sulla superficie del canale doveva muoversi da nord a sud. Abbiamo in programma per la prossima estate delle nuove misure della corrente nel canale della diga, con tre correntometri a diverse profondità, per verificare questa ipotesi. Inoltre stiamo modificando il modello delle correnti in modo da poter simulare contemporaneamente i due bacini, sfruttando le maggiori capacità di memoria del nuovo computer del Politecnico di Zurigo. Non escludiamo tuttavia l'eventualità di dover studiare un modello più raffinato per spiegare lo scambio d'acqua nel canale.

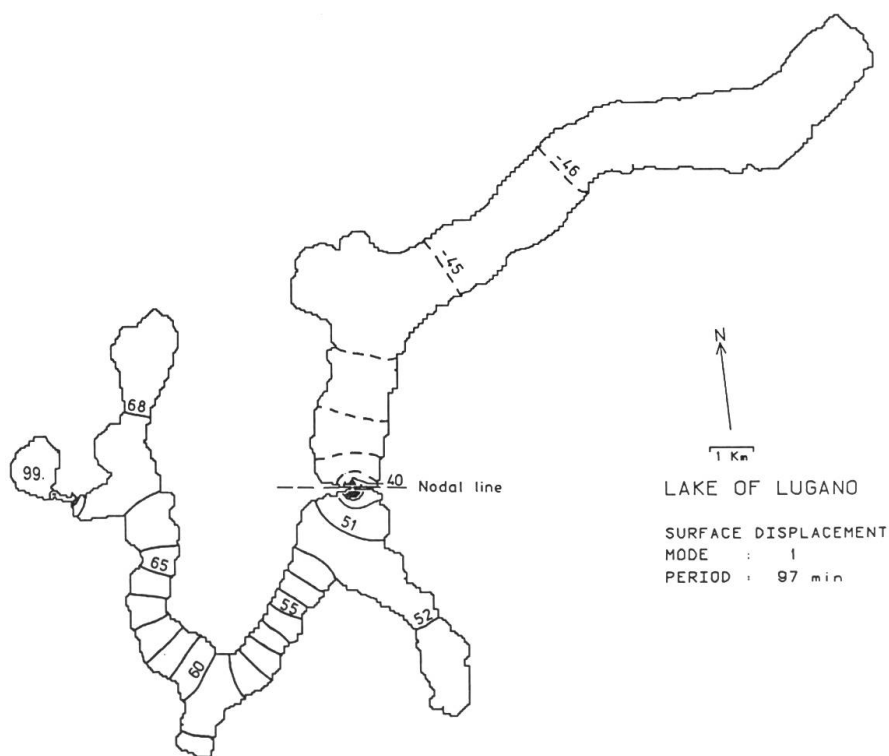
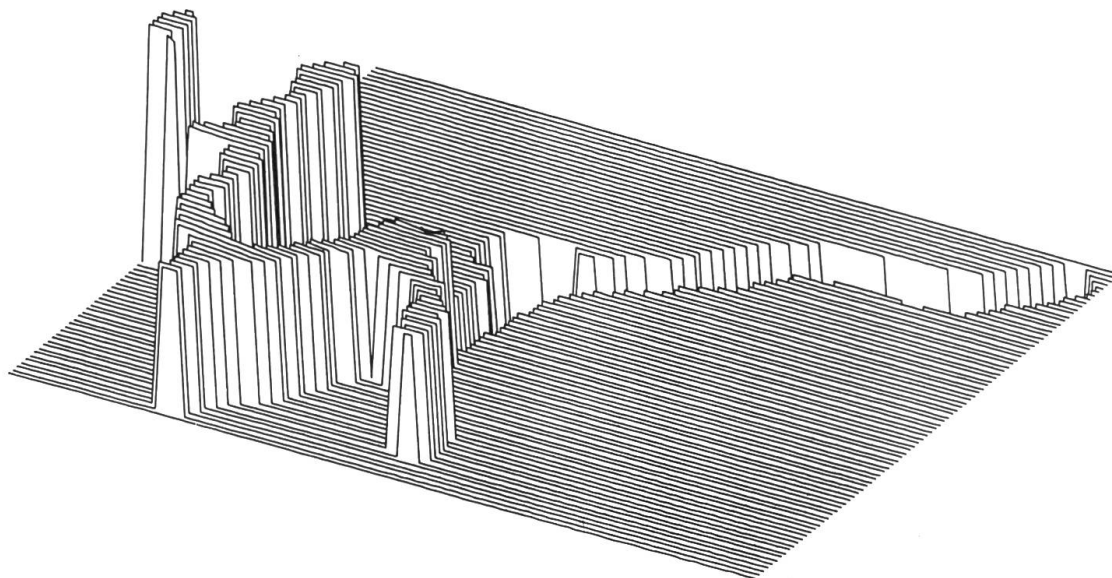


Fig. 12. – Simulazione delle sesse dei bacini accoppiati del lago di Lugano. Oscillazione fondamentale

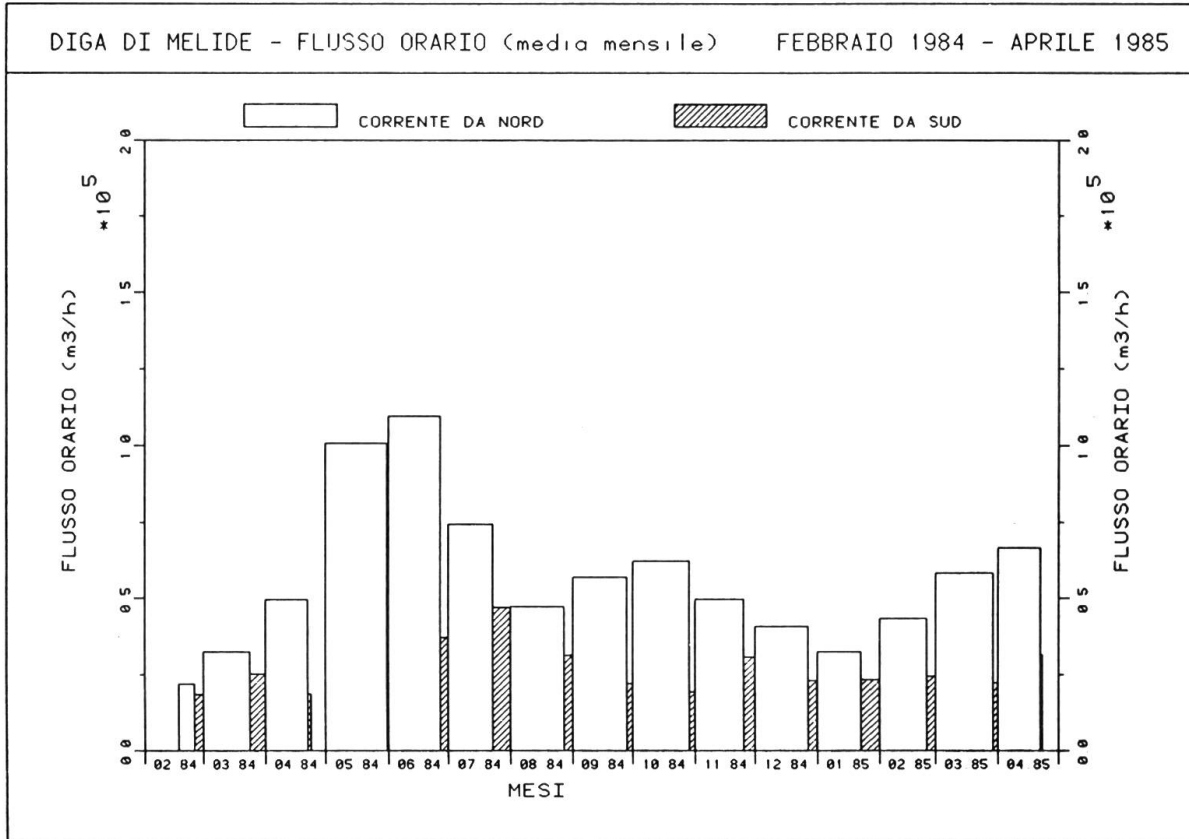


Fig. 13. – Bilancio del flusso orario dell'acqua attraverso il canale della diga di Melide

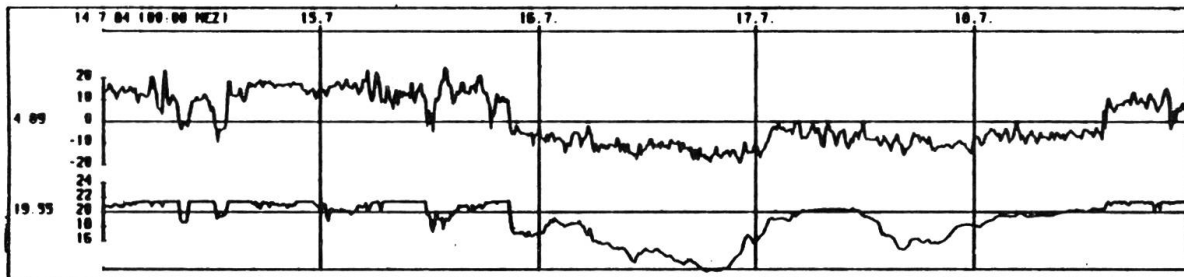


Fig. 14. – Esempio di un evento straordinario in cui il forte vento provoca un passaggio d'acqua profonda dal bacino sud al bacino nord. (Sopra: corrente; sotto: temperatura).

4 CONCLUSIONI

Le conoscenze della dinamica del lago di Lugano, assieme alle misure dei parametri chimici e biologici effettuate dal Laboratorio di studi ambientali nel piano di risanamento del lago, saranno utilizzate nel modello previsionale sviluppato dall'EAWAG (IMBODEN, 1978) e già applicato a diversi laghi svizzeri. Il nostro gruppo, in collaborazione con il Laboratorio di studi ambientali, per incarico del Dipartimento dell'ambiente, sta adattando questo modello al Ceresio. I risultati ci permetteranno di prevedere l'evoluzione della qualità delle acque dei due bacini, in funzione del tempo e degli interventi atti a ridurre il carico delle sostanze contenute nel lago.

BIBLIOGRAFIA

- Bozzolo, D., Pamini, R., Salvadè, G., Solcà, F., Spinedi, C., Zamboni, F., 1983 – Mathem. Modelle zur Simulation von Zirkulationsströmungen in einem See – Schweiz. Z. Hydrologie 45/1.
- Hutter, K., Bucher, C., Salvadè, G., Zamboni, F., 1982 – Messungen von Wasserspiegelschwankungen im Luganersee – VAW-ETH Zürich, LFT-ICTS Lugano-Trevano (rapporto interno).
- Hutter, K., Raggio, G., Bucher, C., Salvadè, G., Zamboni, F., 1982 – The surface seiches of Lake of Lugano – Schweiz. Z. Hydrologie 44/2.
- Hutter, K., Salvadè, G., Schwab, D.J., 1983 – On Internal Waves Dynamics in the Northern Basin of Lake Lugano – Geophys. Astrophys. Fluid Dynamics, vol. 27.
- Imboden, D.M., Gaechter, R., 1978 – A Dynamic Lake Model For Trophic State Prediction – Ecological Modelling, 4.
- Mysak, L.A., Salvadè, G., Hutter, K., Scheiwiler, T., 1983 – Lake of Lugano and Topographic Waves – Nature, vol. 306, No. 5938.
- Mysak, L.A., Salvadè, G., Hutter, K., Scheiwiler, T., 1985 – Topographic waves in a stratified elliptical basin, with application to the Lake of Lugano – Phil. Trans. R. Soc. London, vol. 365.
- Oman, G., 1982 – Das Verhalten des geschichteten Zürichsee unter aussere Windlasten – Mitteilung Nr. 60 der VAW, EHT Zürich.
- Salvadè, G., Spinedi, C., Zamboni, F., 1987 – Water Circulation in the Stratified Lake of Lugano – Schweiz. Z. Hydrol. (in stampa).
- Salvadè, G., Zamboni, F., 1987 – External gravity oscillations of the coupled basin of Lake of Lugano – Annales Geophysicae, vol. 5, No. 3 B.
- Stocker, K., Hutter, K., Salvadè, G., Troesch, J., Zamboni, F., 1987 – Observation and Analysis of Internal Seiches in the Southern basin of Lake of Lugano – Annales Geophysicae, 5B, (6).
- Troesch, J., Salvadè, G., Stocker, K., 1986 – Die Eigenschwingungen der durch den Kanal im Damm von Melide gekoppelten Becken des Luganersees – Schweiz. Z. Hydrol. 49/1, 16-28.

