

## Sulla natura fisica delle onde interne del lago di Bracciano (\*)

P. CALOI - M. MIGANT

Ricevuto il 15 Giugno 1963

**RIASSUNTO.** --- È noto che, alla profondità media di 15 m circa, durante i mesi estivi-autunnali, nel lago di Bracciano si formano cospicue onde interne, da ritenersi — come ha provato Caloi — oscillazioni libere della superficie del salto termico, che si forma nel lago durante i mesi suddetti.

Sulla base di una lunga serie di registrazioni, ottenute in due stazioni limnografiche, funzionanti agli estremi di un diametro del lago, è stato possibile provare, conformemente alla teoria, che le onde interne del lago di Bracciano sono del tipo asimmetrico.

**SUMMARY.** --- It is a well know fact that, at an average depth of 15 m, during the summer and the fall, remarkable internal waves appear in the lake of Bracciano — as Prof. Caloi has shown — such waves must be explained by free oscillations of the surface of thermic jump, which takes place in the lake in those months.

On the basis of a long series of recordings, taken in two limnographic stations operating at the extremes of a diameter of the lake, it was possible to prove that the Bracciano lake internal waves are of asymmetric type, according to the theory.

1. — È stato provato, in precedenti lavori, che le onde interne del lago di Bracciano, associate alla formazione dello strato del salto termico a profondità variabili intorno a 15 m circa, sono del tipo asimmetrico (1), (2). Mancavano però osservazioni dirette, compiute con strumenti esclusivamente destinati a questo scopo.

Si è pensato di ovviare a questa lacuna predisponendo una serie di osservazioni, in due stazioni limnografiche, sistemate agli estremi di un

---

(\*) Questo lavoro è stato condotto con contributi del Consiglio Nazionale delle Ricerche.







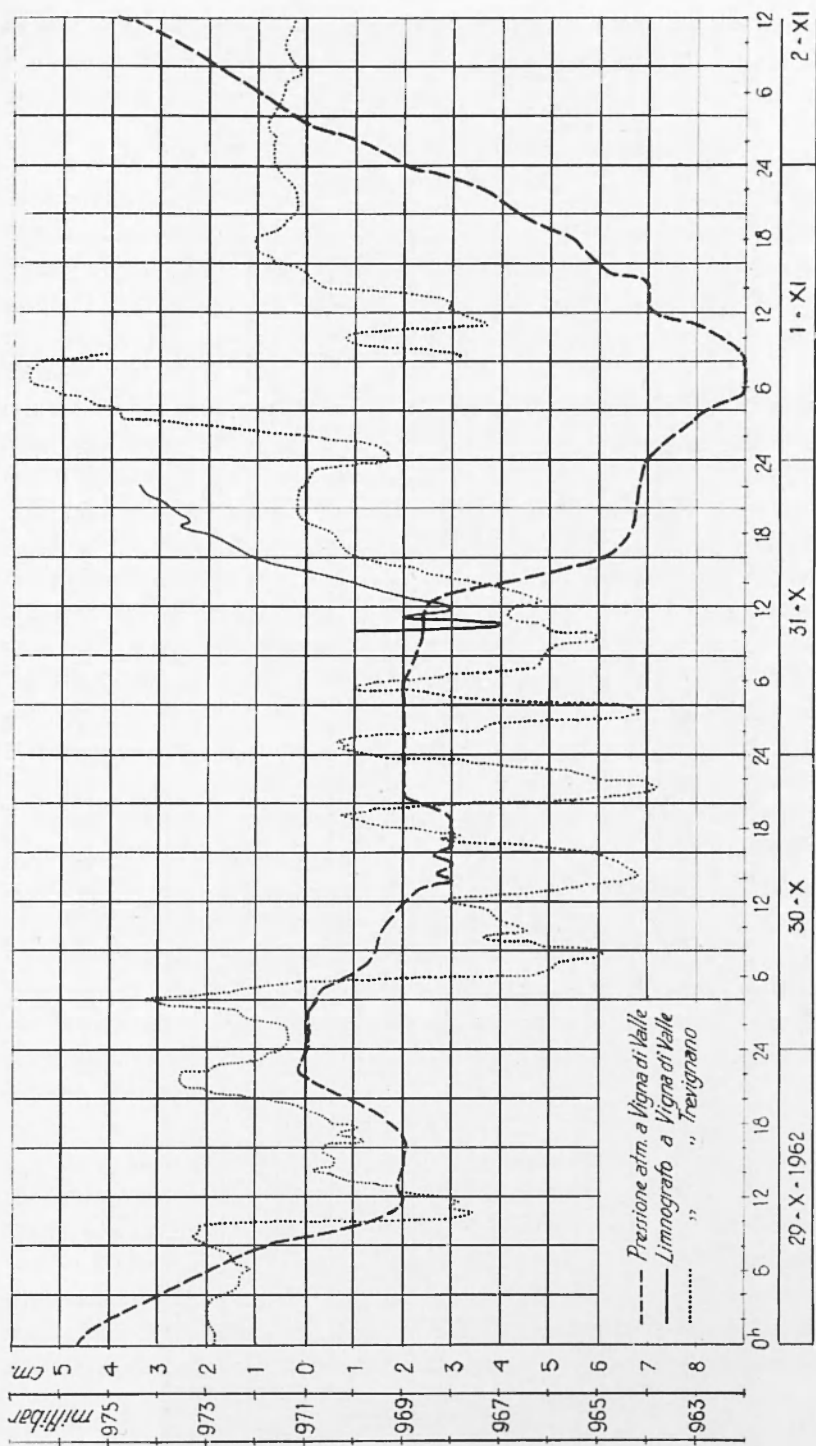


Fig. 4

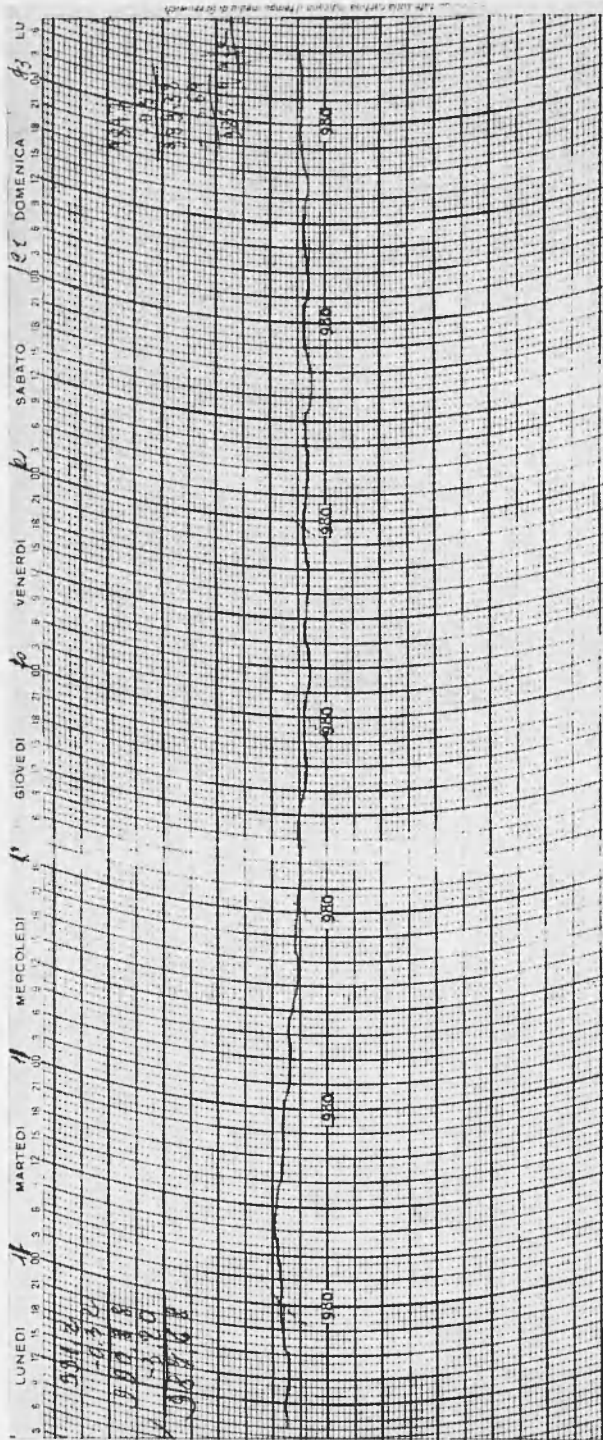


Fig. 5 - Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare - Stazione di Vigna di Valle.  
Barogramma dal 16 al 23 Settembre 1957, 09<sup>h</sup> 00m T.M.G.

diametro del lago; nel caso specifico, a Vigna di Valle e a Trevignano. I limnografi erano del tipo già precedentemente descritto (1), in parte filtrati per le oscillazioni di più breve periodo.

2. — Le osservazioni si sono seguite, pressoché in modo continuo dal Settembre al Novembre 1962. E questo il periodo più indicato per la registrazione delle onde interne, quando si pensi che la loro esistenza è legata a quelle particolari condizioni termiche, alle quali si deve la formazione dello strato del salto termico, che per i laghi della zona temperata si forma e permane appunto nei mesi che vanno dall'Agosto al Novembre.

Le registrazioni ottenute hanno pienamente confermato l'aspettativa: oltre ad offrire una nuova, notevole testimonianza sulla reale esistenza di cospicue onde interne nel lago di Bracciano, hanno altresì consentito di confermare la loro natura di onde stazionarie asimmetriche, aventi cioè le superficie nodali lungo sezioni trasverse del lago e non lungo superficie cilindriche concentriche. Nel caso di oscillazioni asimmetriche uninodali, all'estremità di un diametro dovevano verificarsi, contemporaneamente, spostamenti di senso contrario: ad un sollevamento a Trevignano, p. es., doveva corrispondere un contemporaneo abbassamento a Vigna di Valle; e viceversa. È ciò che generalmente hanno testimoniato le registrazioni, con esempi particolarmente chiari ed inoppugnabili (V. Figg. 1, 2, 3, 4). Si è detto «generalmente» perché può capitare — ed è capitato (1) — che, indipendentemente dal dissincronismo dei registratori dei due limnografi, le oscillazioni uninodali non appaiano rigorosamente sfasate di  $180^\circ$  o — addirittura — sembrano risultare in fase. Ciò è conseguenza del fatto che, talvolta, il piano d'oscillazione ruota intorno al centro del lago, con conseguente alterazione della dinamica delle oscillazioni.

Ad ogni modo, conformemente alla teoria (1), possiamo concludere che le oscillazioni di 6 ore circa, che si registrano sulle rive del lago Sabatino durante i mesi della tarda estate e del primo autunno, sono onde interne uninodali asimmetriche.

3. — Anche questa nuova campagna limnografica, eseguita sul lago di Bracciano, ha mostrato le notevoli alterazioni di livello cui il lago viene sottoposto, in corrispondenza di perturbazioni atmosferiche. Di esse si è già discusso in note precedenti (2), con particolare riguardo all'interazione intercedente fra variazioni della pressione atmosferica e variazioni del livello delle acque sottostanti. Anche in questa serie di registrazioni non sono mancate le conseguenze di tale interazione. Non

sempre i movimenti della superficie di discontinuità termica divengono di facile interpretazione, essendo sovente obbligata a moti forzati, di carattere caotico (Fig. 4). La distribuzione termica del lago non sembra però subire alterazioni profonde, tali da distruggere la zona del salto termico. Basta infatti che durante i periodi di burrasca, collegati a forti agitazioni atmosferiche e della pressione barometrica, quest'ultima accenni a stabilizzarsi intorno ad un valor medio, perché le onde interne riprendano in modo ampio e regolare (Fig. 4), segno evidente della costante presenza della stratificazione estivo-autunnale.

4. - Circa l'origine di queste onde, uno di noi <sup>(1)</sup> ha già provato che la loro ampiezza, il loro ripetersi durante settimane e settimane, può spiegarsi solo con la risonanza, provocata da un contemporaneo fenomeno coperiodale. Tale può essere il formarsi di maree solide quartodiarie, conseguenti alle maree dello stesso periodo del vicino Tirreno (come si è ritenuto in un primo tempo <sup>(2)</sup>), oppure — quasi certamente — dell'armonica superiore dell'oscillazione semidiurna della pressione, sempre presente nell'atmosfera <sup>(4)</sup> (Figg. 2 e 5).

#### BIBLIOGRAFIA

- (<sup>1</sup>) P. CALOI, *Termologia del lago di Bracciano: onde interne*. « Annali di Geofisica », XII, 1 (1959).
- (<sup>2</sup>) P. CALOI, M. MIGANI, G. PANNOCCHIA, *Ancora sulle onde interne del lago di Bracciano e sui fenomeni ad esse collegati*. « Annali di Geofisica », XIV, 3 (1961).
- (<sup>3</sup>) P. CALOI, *Sulle onde interne del lago di Bracciano e sulle loro probabili cause*. « Rend. Acc. Naz. dei Lincei, Classe Sc. fis. mat. e nat. », serie VIII, XXX, 5 (1961).
- (<sup>4</sup>) P. CALOI, *Interazioni tra atmosfera ed idrosfera*. « Annali di Geofisica », XVI, 1, (1963).
-