

LE OSCILLAZIONI DI LIVELLO DEL LAGO DI MEZZANO (VALENTANO - VT): VARIAZIONI CLIMATICHE E INTERVENTI ANTROPICI

Carlo Giraudi

ENEA C.R. Casaccia, C.P. 2400, 00100 Roma A.D.

RIASSUNTO: Giraudi C., *Le oscillazioni di livello del lago di Mezzano (Valentano - VT): variazioni climatiche e interventi antropici*. (IT ISSN 0394-3356, 2004).

Il lago di Mezzano è un lago di origine vulcanica presente all'interno della caldera di Latera (VT). Lo studio dei sedimenti e delle forme di origine lacustre, l'esecuzione di alcune trincee che hanno attraversato i terrazzi più bassi e la datazione di campioni col metodo del radiocarbonio, hanno permesso di riconoscere l'evoluzione recente del bacino idrografico del lago. In particolare è stato possibile individuare varie oscillazioni di livello e cambiamenti di forma e di estensione del lago, indicate da notevoli variazioni nella distribuzione e nella quota dei sedimenti. La presenza di sedimenti databili alla porzione media e finale dell'Olocene ha permesso di ottenere informazioni più dettagliate per gli ultimi millenni. L'individuazione di opere di bonifica antiche e recenti e la correlazione cronologica con le oscillazioni di livello di altri laghi dell'Italia Centrale hanno permesso di stabilire che il livello del lago di Mezzano veniva influenzato prevalentemente da fattori climatici, con l'eccezione degli ultimi 2000 anni, quando a tali fattori si sono aggiunti gli effetti dei tentativi di controllo del livello delle acque.

ABSTRACT: Giraudi C., *The Lago di Mezzano (Valentano - Viterbo) level oscillations: climatic variations and human impact*. (IT ISSN 0394-3356, 2004).

Lago di Mezzano is a lake of volcanic origin situated inside the Latera caldera. The surface area is about 0.5 km², and the catchment area is about 1 km² with few, very small, surface inflows and one outflow. Three submerged settlements of pile-dwellings and numerous metal and pottery artifacts, attributable mainly to the Bronze Age, have been found near the lake shore. Study of the sediments and of the morphological features of lacustrine origin, the excavation of a number of trenches across the lowest terraces, and dating of samples by the radiocarbon method, have revealed the recent evolution of the lake's drainage basin. The geological and geomorphological studies demonstrate changes in the hydrological balance and in the drainage network discharging into the lake; these data further allows the lake level variations evidenced by archaeological settlements to be framed in a clear palaeogeographic context.

Various late-Pleistocene and Holocene oscillations in level and changes in the lake's shape and extent have been indicated by considerable variations in the distribution and depth of the sediments. The presence of sediments that can be dated from the Middle and Late Holocene has enabled more detailed information to be obtained for the last few millennia. The identification of ancient and recent reclamation works, and chronological correlation with the oscillations in level of other lakes in central Italy, have established that the level of lago di Mezzano was mainly influenced by climatic factors, with the exception of the last 2000 years, when the effects of attempts to control the level of the water can be observed, in addition to said factors. Before the artificial drainage, when the level was very high and the lake larger than at present (e.g. during the XV - XVII centuries), the water reached the sill level forming an outflow towards the Olpeta river. At periods of high water level the catchment to lake surface ratio was 2.6 calculated from the approximate catchment size of 3.57 km² and a lake area of about 1.36 km². When the lake level was very low, the basin became endorheic and the streams of the northern part of the catchment reached the lake in the southernmost place, flowing through the former lake bed.

Parole chiave: Lago di Mezzano, livelli lacustri, Pleistocene superiore, Olocene, paleoclima, impatto antropico.

Keywords: Lago di Mezzano, lake levels, Late Pleistocene, Holocene, palaeoclimate, human impact.

INTRODUZIONE

Il Lago di Mezzano (Lazio, 42°37'N, 11°56'E, 452 m a.s.l.) è un lago vulcanico ubicato all'interno della Caldera di Latera (Viterbo). L'interno della caldera costituisce il bacino di alimentazione del fiume Olpeta ed è diviso in vari bacini secondari: alcuni di questi sono collegati da strette incisioni che hanno tagliato le soglie di antichi bacini lacustri (Sadori *et al.*, 2004). Il Lago di Mezzano è il più recente e l'unico rimasto tra i laghi presenti all'interno della caldera: occupa il fondo di un piccolo cratere prodotto da una eruzione freatomagmatica avvenuta nel corso delle ultime fasi di attività vulcanica, circa 100.000 anni fa (Nappi *et al.*, 1995).

Il lago ha diametro di 800 m, profondità massima di 31 m, superficie di circa 0.5 km², ed il suo bacino di alimentazione si estende per circa 1 km².

L'attuale dimensione del lago è però dovuta a

lavori di bonifica e regimazione delle acque. Prima dell'intervento antropico il bacino di alimentazione ed il lago erano molto più estesi ed era presente un emissario naturale che defluiva liberamente attraverso una soglia dando origine al fiume Olpeta. L'emissario attuale (Fosso delle Volpi) è artificiale, ed anche i maggiori corsi d'acqua che defluivano verso il lago sono stati deviati artificialmente verso il fiume Olpeta (Fig. 1).

Le variazioni ambientali avvenute nel bacino del lago di Mezzano sono state oggetto di dettagliate ricerche sedimentologiche e geochimiche da parte di vari Autori (Ramrath *et al.*, 1999a; Ramrath *et al.*, 1999b; Wilkes *et al.*, 1999; Ramrath *et al.*, 2000); le ricerche condotte su carote di sedimenti prelevate sul fondo del lago non sono state corredate da adeguati studi geologici al contorno. Secondo gli Autori citati i sedimenti hanno registrato le principali variazioni climatiche avvenute negli ultimi 30.000 anni circa e, a partire dall'Età

del Bronzo, c'è stato un evidente impatto antropico.

Le variazioni geologiche e geomorfologiche, avvenute tra circa 4000 e 3000 anni fa, nel bacino di alimentazione del lago sono state invece prese in considerazione da Sadori *et al.* (2004). Tali Autori, che si sono occupati in modo specifico dell'impatto sull'ambiente degli insediamenti dell'Età del Bronzo attraverso l'analisi di dati sedimentologici, pollinici ed archeologici, hanno stabilito che l'influenza antropica sull'ambiente è stata forte per lo più durante periodi di breve durata databili attorno a 3600, 3400 e 2900 anni cal B.P.

Molti metri sotto il livello del lago di Mezzano sono presenti i resti di palafitte, attribuite a due diverse fasi dell'Età del Bronzo (Alessio *et al.*, 1975; Petitti &

Mitchell, 1993; Petitti, 2000; Sadori *et al.*, 2004): secondo tutte le evidenze i villaggi palafitticoli furono edificati e occupati nel corso di periodi caratterizzati da livelli lacustri molto più bassi dell'attuale.

Nel presente lavoro vengono evidenziati i risultati degli studi geologici e geomorfologici condotti sui terrazzi e sui sedimenti tardo-pleistocenici e olocenici presenti sia nelle aree che circondano il lago attuale che nella zona occupata dal lago prima della bonifica. Attraverso lo studio delle facies e la datazione dei sedimenti è stato possibile riconoscere che il livello e l'estensione del lago di Mezzano hanno subito forti variazioni nel corso del Pleistocene superiore e dell'Olocene sia a causa di variazioni climatiche che di interventi antropici.

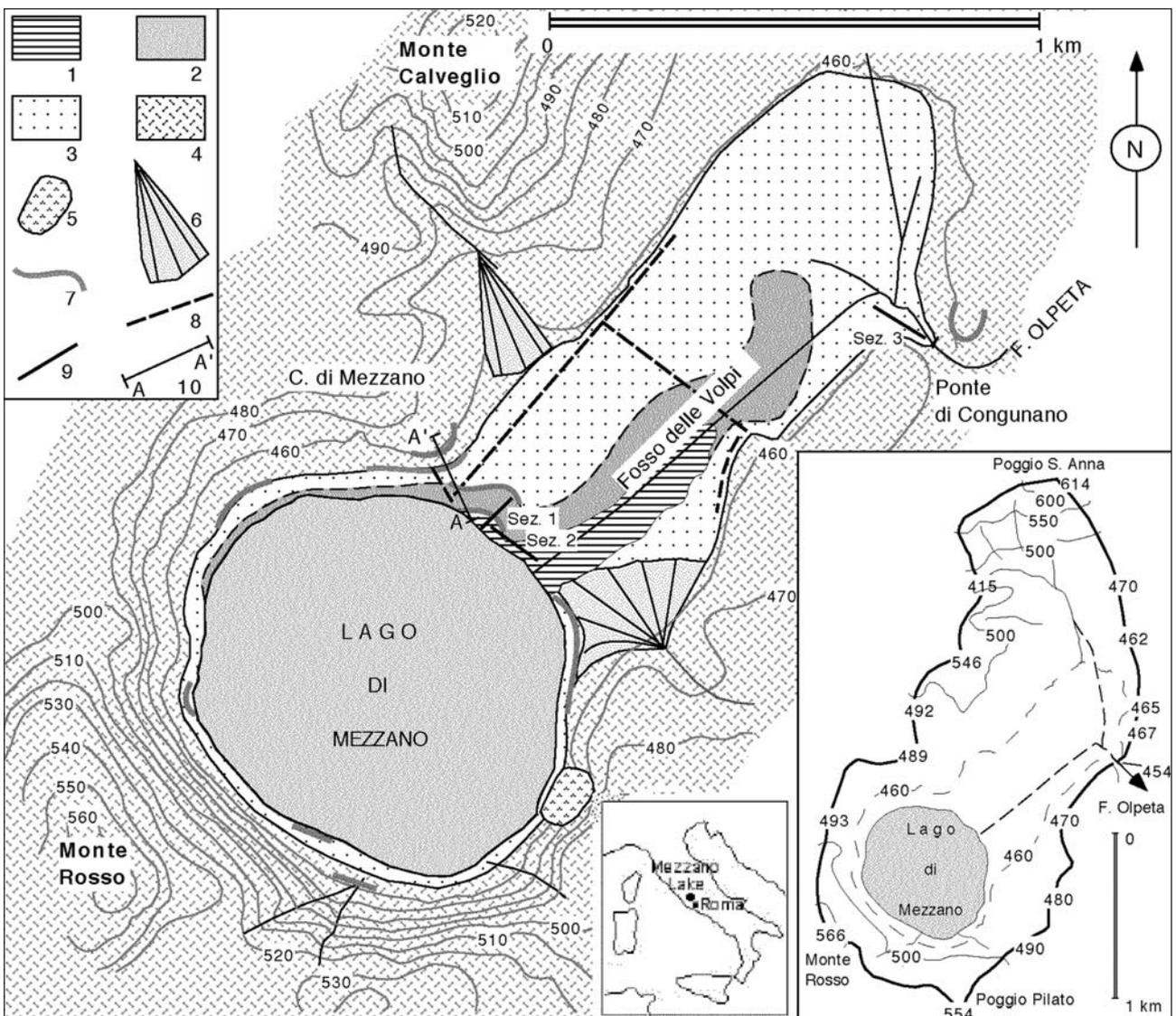


Fig. 1 - Carta geologica del bacino del lago di Mezzano - Legenda: 1 - sedimenti lacustri del quinto terrazzo; 2 - sedimenti lacustri del quarto terrazzo; 3 - sedimenti lacustri del terzo terrazzo; 4 - materiali vulcanici; 5 - accumulo di frana; 6 - conoidi alluvionali; 7 - orli di terrazzi lacustri; 8 - trincee per impianto di irrigazione; 9 - sez. 1,2,3; 10 - sezione di Fig. 3.

Geological Map of the Lago di Mezzano basin - Legend: 1 - 5th terrace lacustrine sediments; 2 - 4th terrace lacustrine sediments; 3 - 3th terrace lacustrine sediments; 4 - volcanic materials; 5 - landslide deposits; 6 - alluvial fan; 7 - terrace scarplets; 8 - trenches for irrigation pipes; 9 - section 1,2,3; 10 - Fig. 3 section.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Gli studi geologici e geomorfologici condotti attorno al Lago di Mezzano hanno evidenziato la presenza di terrazzi lacustri, sia deposizionali che erosionali, di conoidi alluvionali e di sedimenti prevalentemente lacustri che formano la piana posta a nord est del lago (Fig. 1). Tale piana è situata poco al di sopra del livello dell'acqua: prima dei lavori di bonifica era parte dell'alveo lacustre, come ancora indicato da una carta del 1607 riportata in Romeo & Urbanetti (1996).

Secondo Sadori *et al.* (2004) prima delle opere di regimazione delle acque, il lago poteva subire notevoli variazioni di livello ed estensione: nel corso di periodi di bilancio idrologico positivo il lago si espandeva sulla zona pianeggiante posta a NE (Fig. 2). In alcuni casi il lago raggiungeva livelli così alti da superare la soglia e defluire nel fiume Olpeta. In questi casi, il rapporto tra superficie del bacino di alimentazione e superficie del lago poteva essere di 2,6:1, considerando 3,57 km² l'estensione del bacino di alimentazione e 1,36 km² la superficie del lago. Quando il livello del lago non superava la soglia, il bacino diventava endoreico. I corsi d'acqua presenti nella parte settentrionale del bacino di alimentazione raggiungevano il lago scorrendo sulla zona pianeggiante precedentemente occupata dal lago. Quando il livello del lago era sensibilmente più basso dell'attuale, ad esempio nel corso dell'Età del Bronzo (Alessio *et al.*, 1975; Petitti & Mitchell, 1993; Sadori *et al.*, 2004) il rapporto tra estensione del bacino di alimentazione e superficie del lago poteva arrivare a 9:1, poiché la superficie del lago poteva ridursi a circa 0,4 km² (Fig. 2).

L'esame morfologico mostra che il lago è circondato da una serie di lembi di terrazzi lacustri poco estesi posti a quote di circa 460, 456, 453, 451 e 450 m (Figg. 1 e 3). La litologia dei depositi sui quali sono impostati i terrazzi è stata rilevata solo in corrispondenza di scavi artificiali, effettuati per la messa in opera di un impianto per l'irrigazione, in quanto l'area è completamente coperta da vegetazione erbacea.

- Il terrazzo più elevato è impostato al tetto di una successione di limi con livelli di sabbia e ghiaia fine ed è presente, oltre che al margine del lago, anche nella zona della soglia dalla quale defluisce il Fosso delle Volpi;
- il secondo terrazzo è impostato sui prodotti vulcanici che formano il cratere ed è quindi interpretabile come un terrazzo di abrasione lacustre; è stato riconosciuto solo ai margini del lago attuale;
- il terzo terrazzo è impostato al tetto di una successione di sedimenti colluviali e lacustri: la base è formata da colluvi limosi con frammenti di ceramica romana non più antichi del II secolo d.C.; su questi appoggiano sedimenti limosi pedogenizzati di origine lacustre, contenenti sparsi frammenti di mattoni e di ceramica; il terzo terrazzo è il più esteso, poiché occupa gran parte dell'area pianeggiante posta a NE del lago;

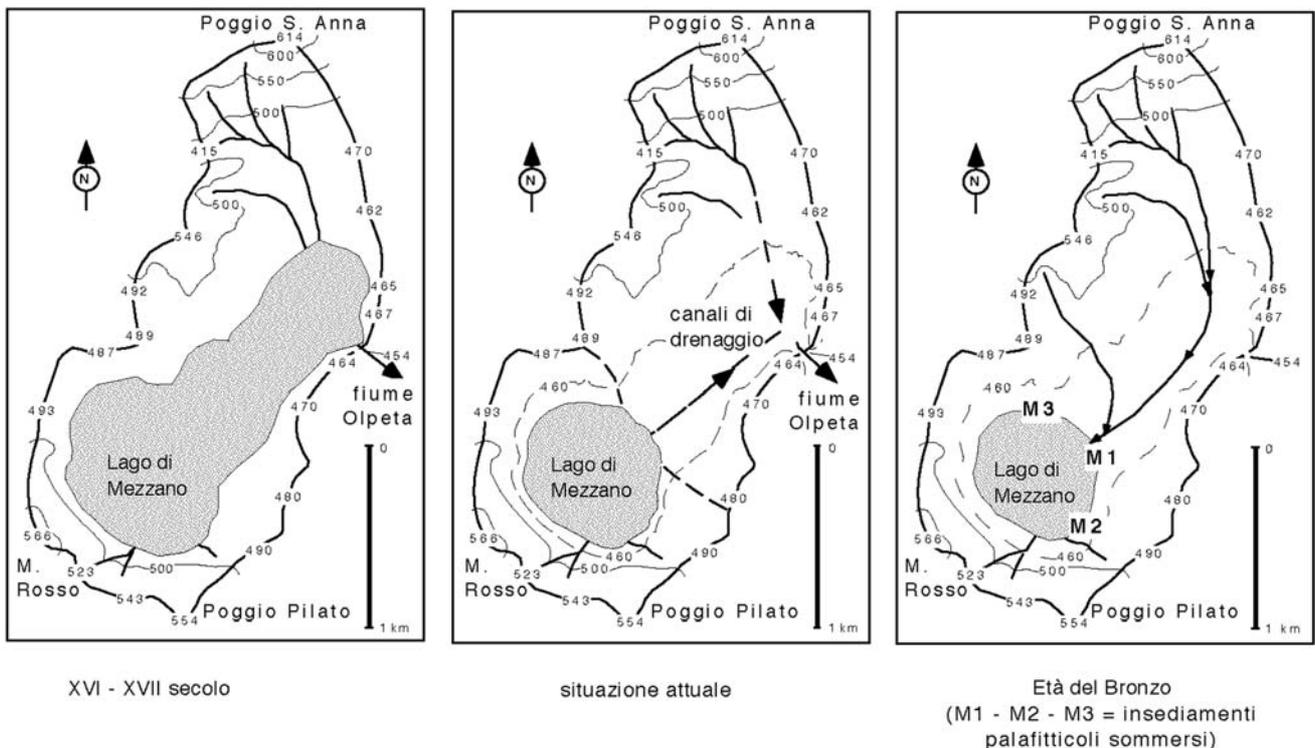


Fig. 2 - Variazioni dell'estensione del Lago di Mezzano nel corso di due periodi estremi e confronto con la situazione attuale. Nei secoli XVI - XVII il lago raggiungeva livelli molto elevati, mentre nel corso dell'Età del Bronzo i livelli si abbassò notevolmente. L'estensione del lago attuale è condizionata da lavori di regimazione successivi al XVII secolo.

The extension of Lago di Mezzano size during three characteristic periods: present time, 17th centuries and Bronze Age. The 20th century extent of the lake was produced by reclamations works.

- il quarto terrazzo è impostato al tetto di sabbie e ghiaie fini di ambiente lacustre litorale; oltre ad essere presente al margine del lago, esso si estende nella zona pianeggiante fin verso la soglia da cui defluisce il Fosso delle Volpi;
- il quinto terrazzo è presente al margine del lago e si estende in parte anche nella piana adiacente: è appena più elevato del livello del lago ed appare interpretabile per lo più come una forma di erosione, sui sedimenti che formano il quarto terrazzo, sviluppata dopo la regimazione del lago.

La presenza di scavi artificiali ha permesso anche di rilevare, in varie zone, l'esistenza di lembi di ghiaie sabbiose, interpretabili come depositi di spiaggia, posti ad una quota di circa 454 m; tali sedimenti sono databili al periodo immediatamente pre-bonifica (vedasi oltre) ma non danno luogo ad evidenze morfologiche.

La scarsità di dati disponibili ha reso necessario lo scavo di varie trincee, lunghe decine di metri, al fine di studiare i sedimenti presenti ai margini del lago, sulla piana adiacente e sulla soglia dalla quale defluisce il Fosso delle Volpi. L'ubicazione delle trincee è visibile in Fig. 1.

La sezione 1 corrisponde ad una trincea, lunga circa 60 m, scavata quasi interamente sulla superficie del quarto terrazzo, fino alla profondità di circa 5 m; essa ha mostrato una complessa successione di sedimenti lacustri separati da nette superfici di erosione. Alcuni campioni ricchi di sostanze organiche sono stati datati col metodo del radiocarbonio ed è stato possibile stabilire che i sedimenti sono per la maggior parte databili alle fasi finali del Pleistocene superiore e all'Olocene. La serie rilevata è la seguente (dal basso verso l'alto - Fig. 4).

- A: limi grigio verdastri con sabbia e rari ciottolotti, scavati per circa 40 cm;
- B: limi grigi con sabbia e ghiaia fine, potenti circa 60 cm;
- C: limo grigio parzialmente eteropico con i sedimenti

che formano l'unità B: verso il lago diventa grigio scuro, organico, ben stratificato; la potenza massima osservata è di circa 1 m; un campione prelevato in tali sedimenti e sottoposto a datazione col metodo del radiocarbonio ha fornito un'età di 18.690±210 BP (23.040-21.380 cal BP - Beta 106457);

- D: sabbie grossolane con ghiaia fine, di ambiente litorale, che raggiungono una potenza di circa 1,5 m e appoggiano su una chiara superficie di erosione che incide i sedimenti dell'unità C;
- E: limi grigi con frustoli vegetali, potenti fino a 1,5 m, con rare, sottili, intercalazioni di sabbie nella porzione intermedia ed al tetto; un campione prelevato verso la base dei sedimenti e datato col metodo del radiocarbonio ha fornito un'età di 13.090±210 BP (16.510-14.410 cal BP - Beta 106454);
- F: torba, potente fino a 1,5 m, che appoggia su una superficie di erosione incisa nei sedimenti dell'unità E; un campione prelevato alla base delle torbe e datato col metodo del radiocarbonio ha fornito un'età di 7800±70 anni BP (8685-8400 cal BP - Beta 106455);
- G: torba, potente al massimo 50 cm, che appoggia su una superficie di erosione incisa nei sedimenti delle unità E ed F; un campione prelevato nella parte alta della torba, datato col metodo del radiocarbonio, ha fornito un'età di 1730±60 anni BP (160-435 A.D. - Beta 106456); tra la torba è stata rinvenuta la punta di un palo che, datato col metodo del radiocarbonio ha fornito un'età di 500±40 anni BP (1400-1450 A.D. - Beta 128454);
- H: limo grigio chiaro che raggiunge la potenza di circa 30 cm;
- I: limo sabbioso grigio chiaro, potente circa 1 m, con intercalato un livello di sabbia e ghiaia fine di ambiente lacustre litorale; il limo giace su una superficie di erosione posteriore all'unità H; un campione prelevato nella porzione intermedia del deposito e sottoposto a datazione col metodo del radiocarbonio ha fornito un'età di 720±50 anni BP (1235-1390 A.D. - Beta 106452);

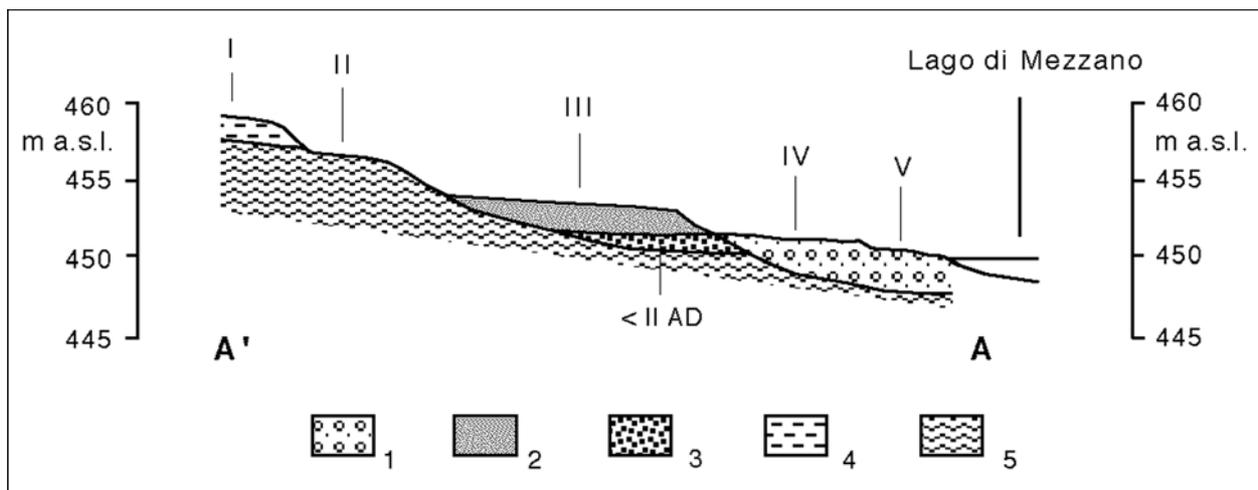


Fig. 3 - Quota e litologia dei terrazzi lacustri che circondano il Lago di Mezzano.

Legenda: 1- sabbia e ghiaia fine; 2- limo; 3- colluvium con ceramica romana; 4- limo con sabbia e ghiaietto; 5- substrato vulcanico.

Lithology and elevation of the terraces surrounding the Lago di Mezzano.

Legend: 1- sand and gravel; 2- silt; 3- colluvium with Roman pottery; 4- sandy gravelly silt; 5- volcanic bedrock.

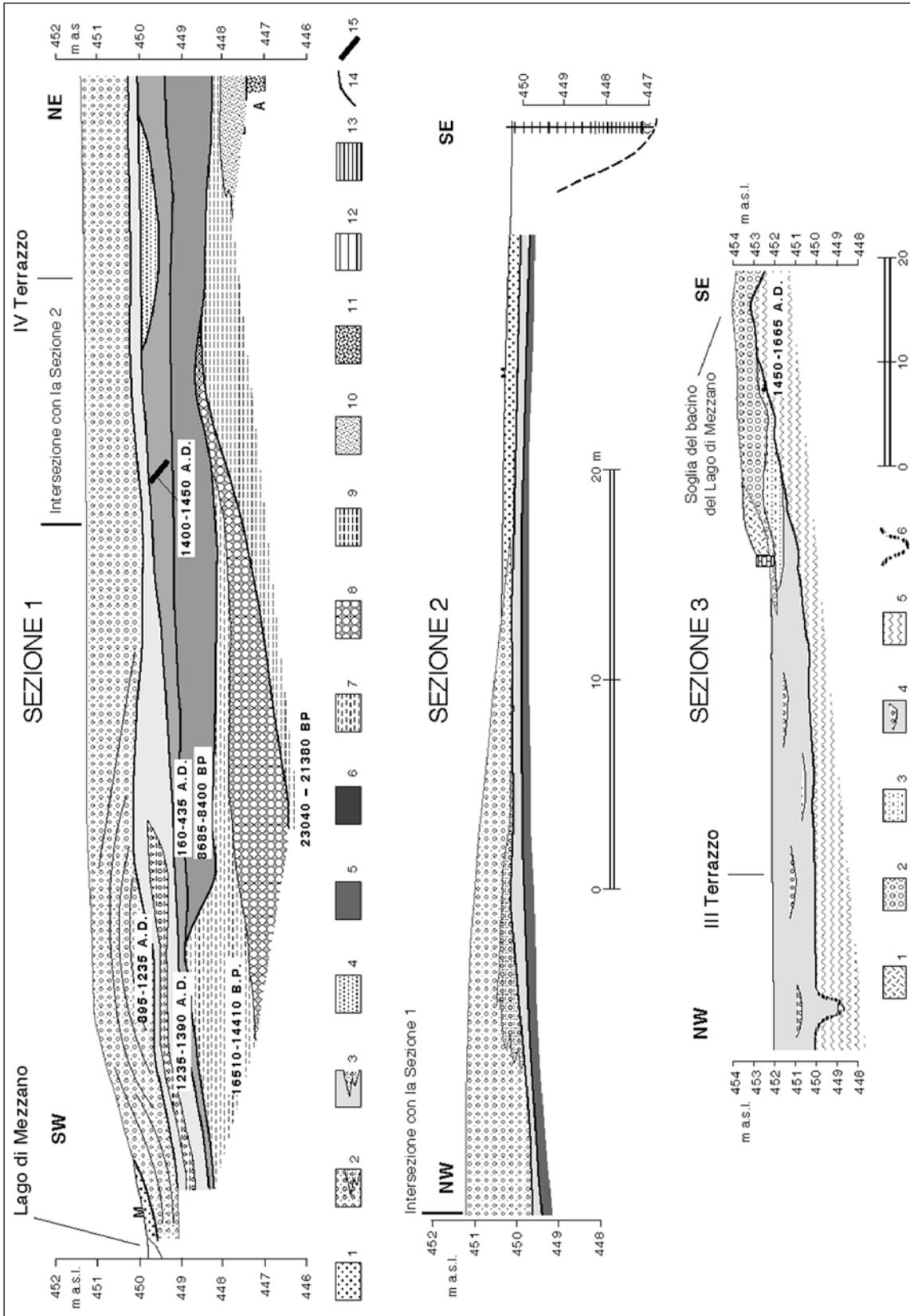


Fig. 4 - Sezioni geologiche 1, 2, e 3. Le sezioni corrispondono a trincee appositamente scavate per le indagini geologiche - Legenda: Sezioni 1 e 2 = 1 - sabbia; 2 - sabbia e ghiaia fine; 3 - limo con sabbia e ghiaia fine; 4 - limo; 5 - torba superiore; 6 - torba inferiore; 7 - limo; 8 - sabbia e ghiaia fine; 9 - limo; 10 - sabbia limosa; 11 - limo con sabbia; 12 - limo argilloso; 13 - argilla limosa; 14 - principali superfici di erosione; 15 - frammento di palo. Sezione 3 = 1 - terreno di riporto; 2 - sabbia ghiaiosa; 3 - sabbia; 4 - limo con lenti di sabbia ghiaiosa; 5 - substrato vulcanico; 6 - canale artificiale. Geological sections 1, 2, 3. The sections show the stratigraphy of the sediments exposed in three trenches - Legend: Sections 1 and 2 = 1 - sand; 2 - gravelly sand; 3 - sandy gravelly silt; 4 - silt; 5 - upper peat; 6 - lower peat; 7 - silt; 8 - sand and gravel; 9 - silt; 10 - silty sand; 11 - silty silt; 12 - silt and clay; 13 - silty clay; 14 - uncormformites; 15 - broken wooden pile. Section 3 = 1 - soil; 2 - gravelly sand; 3 - sand; 4 - silt with sandy gravel lenses; 5 - volcanic bedrock; 6 - man made channel.

- L: sottili alternanze di sabbie ghiaiose, sabbie grossolane, sabbie limose marroni rossastre, e rare intercalazioni di limi con resti vegetali; tali sedimenti sono potenti fino a circa 1,5 m ed appoggiano su una superficie di erosione incisa nei sedimenti dell'unità I; la stratificazione è evidente nell'area prossima alla sponda lacustre ove appare inclinata sia verso il lago che verso l'esterno: probabilmente il deposito formava un cordone litorale; un campione prelevato in un livello di limi con resti vegetali ha fornito un'età radiocarbonio di 980 ± 80 anni B.P. (895-1235 cal A.D. – Beta 106453);
- M: sabbie fini sciolte, che formano la spiaggia attuale, ed appoggiano su una superficie di erosione che incide l'unità L.

In relazione ad alcune datazioni radiocarbonio dei sedimenti, occorre sottolineare quanto segue:

- la data ottenuta dall'unità I appare più recente di quella relativa alla successiva unità L: tuttavia se si prende in considerazione l'incertezza si può verificare che la differenza può essere considerata minima;
- la presenza di un legno datato 500 ± 40 anni BP (1400-1450 A.D.) nella parte sommitale delle torbe dell'unità G può sembrare una contraddizione; trattandosi però della punta di un palo, non è azzardato ipotizzare che rappresenti i resti di un palo infisso in età rinascimentale, scomparso dai sedimenti più superficiali a causa dei processi di ossidazione verificatisi dopo l'emersione.

La sezione 1 è stata quella che ha fornito maggiori informazioni su stratigrafia e cronologia dei sedimenti affioranti al contorno del lago.

La sezione 2 corrisponde per lo più ad una trincea, scavata parallelamente alla sponda lacustre (Fig. 1), che ha interessato il quarto ed il quinto terrazzo. I sedimenti affioranti in tale sezione (Fig. 4) sono del tutto analoghi ai più recenti descritti nella sezione 1. Tuttavia un sondaggio, eseguito con una trivella a mano, ha indicato che nei pressi dell'emissario artificiale del lago è presente un'incisione, profonda almeno 3 metri, riempita da sedimenti argillosi-limosi, nella parte profonda, e poi limosi-argillosi, aventi litologia, colore e consistenza diversa da quelli rinvenuti nelle trincee.

L'incisione indica che durante periodi di basso livello lacustre, il lago era alimentato da un corso d'acqua proveniente dalla porzione settentrionale del bacino e che tale corso d'acqua aveva inciso i sedimenti che formavano la sponda lacustre.

La sezione 3 corrisponde ad una trincea, lunga complessivamente circa 80 m e profonda fino a 4 m, scavata attraverso la soglia dalla quale defluisce il Fosso delle Volpi e dalla quale, in caso di livello lacustre particolarmente elevato, defluiva l'emissario naturale del lago (Fig. 1 e 4). La trincea ha permesso di rilevare anche la stratigrafia dei sedimenti che formano il terzo terrazzo e di raggiungere il substrato dei sedimenti lacustri, costituito da materiali vulcanici alterati. I sedimenti presenti sono (dal basso verso l'alto):

- limi mal stratificati grigio-giallastri con frustoli vegetali, passanti verso l'alto a limi grigio-marroni scuri pedogenizzati, con frequenti intercalazioni lenticolari di ghiaie fini in matrice sabbiosa e sabbiosa-limoso: queste corrispondono chiaramente ad alvei di piccoli corsi d'acqua incisi di 10/20 cm nei sedimenti limosi e poi colmati; sia tra i limi che tra le ghiaie sono stati

ritrovati frammenti di mattoni e di ceramica; nella parte più profonda della trincea è stata individuata una incisione netta e regolare (Fig. 4), profonda almeno 1,2 m e larga fino a 2,5 m, che taglia il substrato vulcanico: nella parte bassa risulta riempita da limi con sabbia grossolana e ciottoli, quindi da limi; l'aspetto dell'incisione è completamente diverso da quello degli alvei presenti tra i limi successivi e sembra essere dovuta a scavi effettuati nell'antichità; si assume quindi che vi siano stati interventi di regimazione precedenti a quelli moderni;

- limi sabbiosi e poi sabbie, parzialmente eteropici con i limi descritti in precedenza, che raggiungono la potenza di circa 1 m; alla base di tali sedimenti sono stati rinvenuti resti di carbone che sono stati sottoposti a datazione col metodo del radiocarbonio ed hanno indicato una età di 330 ± 50 anni B.P. (1450-1665 cal A.D. – Beta 106458);
- sabbie ghiaiose potenti fino a 1,5 m, coperte dal suolo attuale.

La stratigrafia dei sedimenti messi in luce dalle trincee comprende quindi depositi lacustri databili agli ultimi 20.000 anni, ma ha evidenziato l'esistenza di importanti lacune di sedimentazione.

INTERPRETAZIONE DEI DATI

I dati esposti nel capitolo precedente si prestano ad interpretazioni utili per ricostruire le variazioni ambientali e le oscillazioni di livello del lago. Se prendiamo in considerazione i terrazzi lacustri (4 di origine naturale e uno successivo all'intervento di regimazione) possiamo dire che, mentre i più bassi sono molto recenti, databili al II secolo d.C. (il terzo terrazzo), al XIII-XIV secolo (il quarto terrazzo) e ad un momento successivo al XV-XVII secolo (il quinto), non vi sono dati relativi ai due terrazzi più alti. Per tentare di datarli si è fatto ricorso alla correlazione con altre località.

Al Lago di Vico, un lago vulcanico posto a distanza di poche decine di chilometri, sempre in provincia di Viterbo, è stata rilevata la presenza di un numero di terrazzi pari a quelli del Lago di Mezzano e, come nel caso in studio, l'ultimo di questi si è prodotto in seguito ad opere di regimazione antropiche (Giraudi, 2000). Al contrario di quel che accade per il Lago di Mezzano, i tre terrazzi più recenti che circondano il lago di Vico sono stati inquadrati cronologicamente nell'Olocene, ma i sedimenti che li formano non sono stati datati con metodi radiometrici. Risultano invece datati i due terrazzi più antichi la cui età è compresa tra 28.700 anni B.P. (non calibrato) e 17.000 anni cal B.P. e tra circa 17.000 anni cal B.P. e 13.000 anni cal B.P. Poiché anche ai margini del lago del Fucino (Giraudi, 1998), in situazioni geologiche e topografiche totalmente diverse, è stata rilevata la presenza di terrazzi di età analoga, è stato assunto (Giraudi, 2000) che i terrazzi suddetti siano stati prodotti da alti livelli lacustri provocati da variazioni climatiche. In questa ottica possiamo ipotizzare che i terrazzi più elevati presenti al lago di Mezzano siano databili agli stessi periodi. L'inquadramento cronologico dei terrazzi non appare smentita dai dati stratigrafici derivanti dalle trincee scavate. Nella sezione 1, sedimenti lacustri fini delle unità C ed E contengono le date, rispettivamente, di 23.040-21.380 anni cal B.P. e

16.510-14.410 anni cal B.P. e sono ubicati all'esterno della sponda lacustre attuale; non si tratta certamente di depositi di ambiente litorale: la loro presenza sembra confermare l'esistenza di un lago più esteso dell'attuale contemporaneo alle fasi di alto livello lacustre dei laghi di Vico e del Fucino. Si assume quindi che l'unità C sia contemporanea al modellamento del primo terrazzo e che l'unità E sia correlabile cronologicamente al secondo terrazzo.

Per quel che riguarda l'interpretazione generale che può essere tratta dai sedimenti messi in evidenza dalle trincee scavate (Fig. 4) è possibile osservare quanto segue:

- le facies dei sedimenti indicano frequenti variazioni ambientali con transizioni da ambiente litorale e di spiaggia ad ambienti di lago più profondo, e quindi dimostrano il verificarsi di variazioni di livello lacustre;
- i sedimenti presenti nelle trincee prossime alla sponda del lago attuale sono interessati da varie lacune stratigrafiche; queste sono state prodotte dalle erosioni avvenute nel corso delle fasi di emersione provocate dalle diminuzioni di livello del lago;
- l'incisione profonda almeno tre metri, rappresentata nella sezione 2, deve essere contemporanea ad uno o più abbassamenti di livello, probabilmente quelli verificatisi nel corso dell'Età del Bronzo; i successivi aumenti di livello ne produssero poi il colmamento;
- oltre a sedimenti dovuti alle variazioni lacustri, vi sono sedimenti colluviali contenenti resti di ceramica romana in posizione stratigrafica e altimetrica corrispondente a quella del canale artificiale, precedente al XV-XVII secolo (sezione 3 - Fig.4), rilevato sotto la superficie del terzo terrazzo; per tale motivo si ritiene che siano stati attuati lavori di regimazione del lago in epoca romana;
- il ritrovamento di depositi di spiaggia a quote elevate databili al periodo posteriore al XV-XVII secolo conferma l'estensione del lago rappresentata nella cartografia storica: i lavori di bonifica successivi hanno modificato notevolmente la dimensione del lago e prodotto una sostanziale stabilizzazione della linea di costa.
- per il suo inquadramento cronologico, la superficie di erosione che separa i due livelli di torba (unità F e G - Fig. 4), potrebbe essere contemporanea al forte abbassamento di livello del lago verificatosi nel corso dell'Età del Bronzo ed essere stata parzialmente rimodellata in età romana, a causa di una diminuzione di livello prodotta dalla regimazione del lago.

Per quel che riguarda la datazione e la valutazione delle quote raggiunte dal livello del lago, deducibili dalle facies, dall'età e dalla quota dei sedimenti (Fig. 4), è possibile notare quanto segue.

- in corrispondenza della sedimentazione dell'unità C, il lago modellò il primo terrazzo, l'acqua raggiunse un livello di circa 460 m e poi si abbassò notevolmente; infatti la superficie di erosione successiva raggiunge una quota di 447 m;
- i sedimenti di spiaggia dell'unità D si trovano fino a circa 449 m di quota, e questa può essere considerata, approssimativamente, indicativa del livello raggiunto dalle acque del lago; vi è quindi stata una risalita rispetto al minimo raggiunto al momento del modellamento della superficie di erosione compresa tra le unità C e D;

- in corrispondenza della sedimentazione dell'unità E il lago modellò il secondo terrazzo e l'acqua raggiunse la quota di circa 458 m, confermando la tendenza alla risalita di livello indicata già dall'unità D; successivamente il livello del lago si abbassò almeno fino alla quota di 448 m, quando si sviluppò la superficie di erosione posta a tetto dell'unità E;
- le torbe dell'unità F indicano un nuovo aumento di livello fino ad una quota simile o superiore all'attuale; successivamente dovette verificarsi una diminuzione di livello del lago fino a quote inferiori a 448 m, come dimostra la superficie di erosione presente al tetto dell'unità F; tale superficie di erosione deve avere avuto una evoluzione molto complessa poiché i sedimenti che la sigillano (unità G) hanno età notevolmente più recente dei depositi dell'unità F; come detto in precedenza, questa erosione è in parte contemporanea ai bassi livelli lacustri dell'Età del Bronzo: gli insediamenti palafitticoli, databili a due diversi periodi (le date medie calibrate dei pali datati da Alessio *et al.* (1975) si aggirano attorno a 3400 e 2900 B.P.) si trovano fino a quote di 440-441 m; poiché gli insediamenti erano situati presso l'antica sponda lacustre si assume che le suddette quote siano, anche se non nel dettaglio, rappresentative del livello lacustre del tempo; la stessa superficie di erosione deve essersi evoluta anche al momento della regimazione romana del lago;
- le torbe dell'unità G indicano un ritorno dell'acqua lacustre a quote superiori alle attuali in un periodo successivo alla regimazione del lago di età romana;
- i sedimenti dell'unità I indicano una continuazione della tendenza alla risalita di livello del lago fino ad una quota superiore all'attuale, anche se tra i sedimenti limosi vi è una intercalazione di depositi litoranei che indicano una riduzione del livello del lago; la superficie di erosione posta al tetto di tale unità indica poi un nuovo abbassamento di livello lacustre fino a quote inferiori a 449 m;
- in corrispondenza dell'unità L il livello del lago torna a crescere fino ad una quota prossima o superiore a 451 m;
- l'aumento di livello del lago continua poi fino alla deposizione dei sedimenti di spiaggia posti a circa 454 m, che rappresentano gli ultimi depositi precedenti alle opere di regimazione moderna.

I dati relativi alle età ed alle quote raggiunte dall'acqua del lago nei vari periodi sono rappresentati in Fig. 5.

DISCUSSIONE

Anche se la successione sedimentaria presenta molte lacune, l'interpretazione dei dati ha permesso di riconoscere variazioni di livello e di estensione del lago. Tali variazioni devono, evidentemente, essere legate a cambiamenti avvenuti nel bacino di alimentazione del lago di Mezzano, provocate da fattori naturali o da cause antropiche.

La bonifica posteriore al XVII secolo ha ridotto notevolmente l'estensione ed il livello del lago rendendo disponibile per l'agricoltura circa 1 km² di terreno pianeggiante, precedentemente occupata dalle acque. La

stessa zona emerse anche in epoca romana quando i lavori di regimazione provocarono la diminuzione di livello dell'acqua.

Nel corso dell'Età del Bronzo i villaggi palafitticoli presenti sulla sponda del lago produssero certamente un impatto sull'ambiente, come dimostrato da Sadori *et al.* (2004). La durata dell'impatto antropico è stata però limitata al periodo di presenza degli insediamenti palafitticoli. Tuttavia gli insediamenti si svilupparono quando il livello del lago era già sceso a quote molto basse e vennero poi sommersi dalla risalita delle acque. Per questo motivo si ritiene che l'attività antropica dell'Età del Bronzo non sia stata la causa principale delle oscillazioni di livello del lago.

Le altre oscillazioni registrate dai sedimenti sarebbero invece da attribuire a variazioni del bilancio idrologico indotte dal clima.

In Fig. 5 sono messe a confronto le variazioni di livello del lago di Mezzano e quelle dei laghi Fucino e Vico: si può osservare che, nonostante le lacune di sedimentazione, le oscillazioni del lago di Mezzano tra circa 22.000 e 14000 anni fa possono essere correlate, in generale, con quelle del Lago di Vico riportate da Giraudi (2000). Inoltre, le variazioni lacustri avvenute tra circa 10.000 e 4000 anni fa, sono paragonabili, in generale, a quelle del Lago Fucino riportate in Giraudi

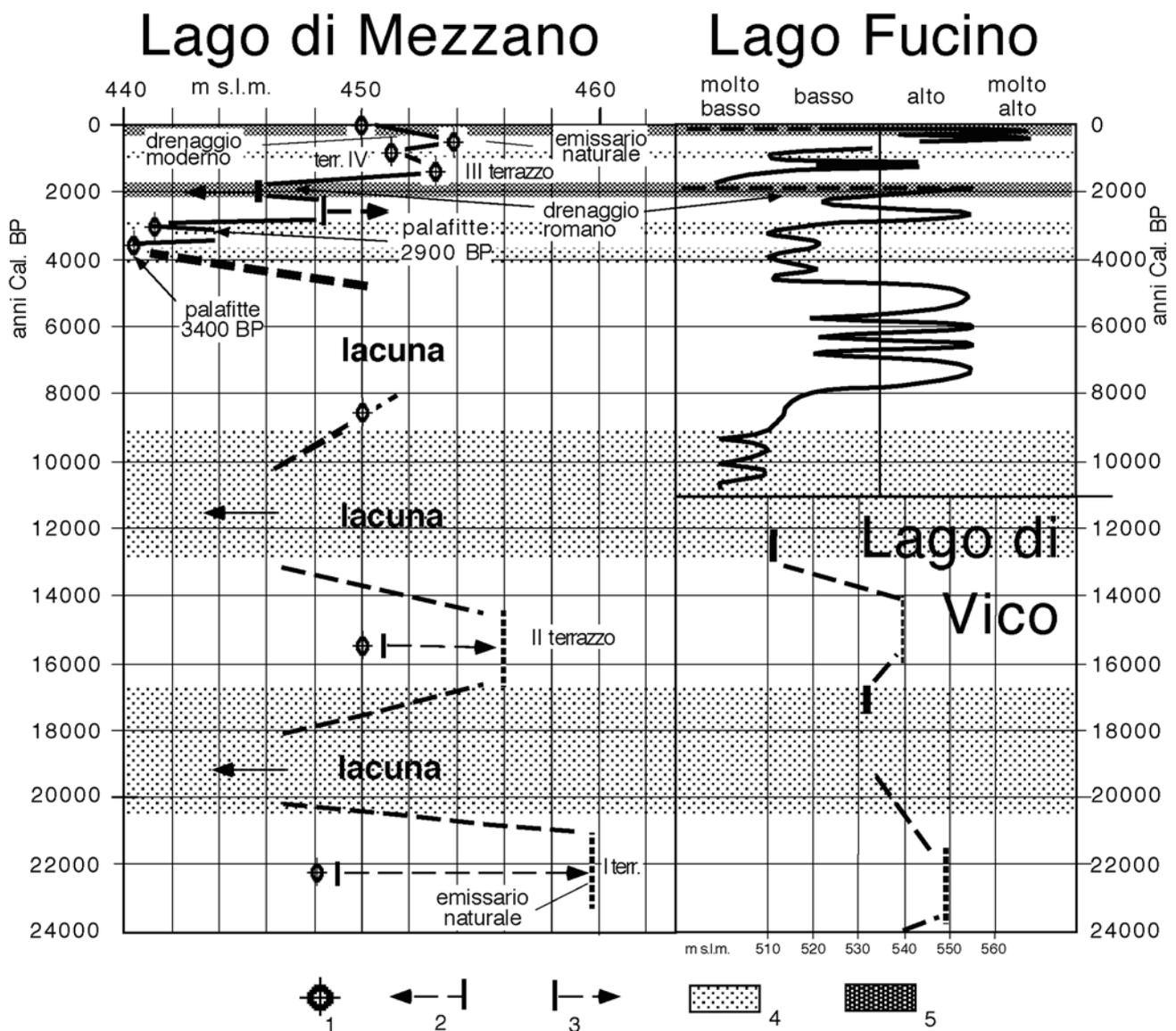


Fig. 5 - Oscillazioni di livello del Lago di Mezzano e correlazioni con le variazioni di livello del lago di Vico e del Fucino.
 Legenda: 1 - datazioni radiometriche; 2 - livello del lago inferiore alla quota segnalata; 3 - livello del lago superiore alla quota segnalata; 4 - periodi di bassi livelli lacustri; 5 - oscillazioni di livello dovute ad intervento antropico.
 Lake level variations of the Lago di Mezzano and comparison with the water level oscillations in the Vico and Fucino lakes.
 Legend: 1 - radiocarbon ages; 2 - lake level lower than the elevation evidenced; 3 - lake level higher than the elevation evidenced; 4 - periods of low lake level; 5 - lake level oscillations produced by human impact.

(1998), basate su un numero molto maggiore di dati. Per gli ultimi 4000 anni, avendo a disposizione più dati, è possibile verificare che le variazioni di livello nei laghi di Mezzano e Fucino sono pressoché coeve (Fig. 5) ed escludere, per le variazioni di livello dell'Età del Bronzo una causa antropica. Infatti, le due forti oscillazioni negative registrate a Mezzano attorno circa 3400 e 2900 anni B.P. sono presenti anche al Fucino, un lago molto più esteso ed il cui bilancio non poteva essere facilmente influenzato dalle popolazioni preistoriche e protostoriche.

In entrambe i laghi sono state eseguite opere di regimazione o bonifica nel corso del periodo romano e in epoca moderna.

I forti aumenti di livello raggiunti nelle fasi finali del Pleistocene superiore ai laghi di Mezzano, Fucino e Vico, corrispondono a fluttuazioni climatiche avvenute nel corso dell'ultimo massimo glaciale e indicate anche dalle fasi glaciali dell'Appennino (Giraudi, 1998; Giraudi, 2004). Secondo Ramrath *et al.* (1999a) l'inizio del tardi-glaciale e Mezzano è datato circa 14.500 anni cal B.P.: proprio attorno a tale data ha inizio anche la diminuzione di livello lacustre.

La fortissima diminuzione di livello databile a poco meno di 4000 anni B.P. coincide con il crollo della concentrazione del polline presente nelle carote studiate da Sadori *et al.* (2004). L'aumento di livello di età compresa tra circa 2900 anni B.P. e l'intervento di regimazione romano sembra correlabile cronologicamente ad un evento registrato nell'Appennino: la fase di avanzata del Ghiacciaio del Calderone che ha provocato la copertura di un suolo datato attorno a 2800 anni cal B.P. (Giraudi, 2002; 2004). Inoltre gli aumenti di livelli del periodo precedente all'anno 1000 e del XV-XVII secolo possono essere correlati cronologicamente a fasi di avanzata del Ghiacciaio del Calderone datati al periodo compreso tra VII e X secolo ed alle fasi iniziali della Piccola Età Glaciale (XV-XVI secolo).

CONCLUSIONE

Lo studio dei sedimenti lacustri e dei terrazzi presenti ai margini del Lago di Mezzano ha permesso di verificare che nelle fasi finali del Pleistocene superiore e nell'Olocene si sono verificate numerose variazioni di livello dell'acqua. La maggior parte di tali oscillazioni sembra dovuta a variazioni climatiche che hanno modificato il bilancio idrologico del bacino di alimentazione del lago. Vi è una buona correlazione tra le oscillazioni dei laghi di Mezzano, Vico e Fucino ed alcuni eventi climatici registrati in Italia centrale, comprese le aree sommitali dell'Appennino. Durante l'Olocene gli aumenti di livello delle acque sono contemporanei a fasi di avanzata neoglaciale del Ghiacciaio del Calderone, quindi a periodi di clima più fresco e umido.

Sono altresì evidenti le conseguenze di due interventi antropici: il primo databile all'età romana, il secondo effettuato in epoca successiva al XVII secolo. In entrambe i casi il livello del lago e le dimensioni del suo bacino di alimentazione sono stati fortemente ridotti per recuperare all'agricoltura una vasta zona di terreno pianeggiante in precedenza coperto dall'acqua.

RINGRAZIAMENTI

Le ricerche sul Lago di Mezzano sono state condotte in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica per l'Etruria Meridionale, in particolare con la Dott. P. Petitti. Si ringrazia il Dott. E. Cerilli per la collaborazione prestata durante parte delle ricerche di campagna. Le ricerche sono state condotte con il supporto finanziario del Ministero per l'Ambiente nell'ambito di un Accordo di Programma ENEA - Ministero per l'Ambiente, Progetto 2.4 - Variazioni climatiche.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alessio M., Bella F., Improta S., Belluomini G., Calderoni G., Cortesi C., Manelli G.L., Vigilante, A. (1975) - *University of Rome carbon 14 dates XIII*. Radiocarbon **17**, 313-327.
- Giraudi C. (2000) - Le oscillazioni di livello del lago di Vico (Lazio) nell'ambito delle variazioni climatico-ambientali dell'Italia Centrale. Il Quaternario, **13** (1/2), 21-30.
- Giraudi C. (1998) - *Late pleistocene and Holocene lake level variations in Fucino Lake (Abruzzo - Central Italy) inferred from geological, archaeological and historical data*. ESF Workshop "Palaeohydrology as reflected in lake-level changes as climatic evidence for Holocene times". Palaoklimaforschung, **25**, 1-17. Gustav Fisher Verlag Ed.
- Giraudi C. (2002) - *Le oscillazioni del Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia, Abruzzo - Italia Centrale) e le variazioni climatiche degli ultimi 3000 anni*. Il Quaternario, **15** (2), 145-150.
- Giraudi C. (2004) - *The Apennine Glaciations in Italy*. In: Ehlers, J., Gibbard, P.L. (Eds.), Quaternary Glaciations-Extent and Chronology, Part. I: Europe. 215-224. Amsterdam. Elsevier.
- Nappi G., Renzulli A., Santi P., Gillot P.Y. (1995) - *Geological evolution and geochronology of the Vulsini volcanic district (Central Italy)*. Bollettino Società Geologica Italiana **114**, 599-613.
- Petitti P. (2000) - *La Caldera di Latera: appunti su materiali di nuova scoperta e contatti a lunga distanza*. In: Negroni Catacchio, N. (Ed.), Preistoria e Protostoria in Etruria. Atti del IV incontro di studi. Milano, 141-149.
- Petitti P., Mitchell E. (1993) - Dati preliminari sulla topografia dell'abitato sommerso del Lago di Mezzano. In: Vulcano a Mezzano, 17-31. Comune di Valentano-Museo Civico.
- Ramrath A., Nowaczyk N.R., Negendank J.F.W. (1999a) - *Sedimentological evidence for environmental changes since 34,000 years BP from Lago di Mezzano, central Italy*. Journal of Paleolimnology **21**, 423-435.
- Ramrath A., Zolitschka B., Wulf S., Negendank J.F.W. (1999b) - *Late Pleistocene climatic variations as recorded in two Italian maar lakes (Lago di Mezzano, Lago Grande di Monticchio)*. Quaternary Science Reviews **18** (7), 977-992.
- Ramrath A., Sadori L., Negendank J.F.W. (2000) - *Sediments from Lago di Mezzano, central Italy: a*

record of Late Glacial/Holocene climatic variations and anthropogenic impact. The Holocene **10** (1), 87-95.

Romeo L., Urbanetti P.E. (1996) - *La rappresentazione del territorio di Vulci e Montalto di Castro. Mostra cartografica, bibliografica, documentaria*. Catalogo. Ed. Cooperativa Archeologica. 82 pp. Arti Grafiche Giorgi & Gambi, Firenze.

Sadori L., Giraudi C., Petitti P., Ramrath A. (2004) - *Human impact at Lago di Mezzano (central Italy) during the Bronze Age: a multidisciplinary approach*. *Quaternary International*, 113/1, 5-17.

Wilkes H., Ramrath A., Negendank J.F.W. (1999) - *Compositional variations of sedimentary organic matter as indicators of environmental changes since 34.000 years BP at Lago di Mezzano, central Italy*. *Journal of Paleolimnology* **22**, 349-365.

Ms. ricevuto l'11 maggio 2004

Testo definitivo ricevuto il 22 giugno 2004

Ms. received: May 11, 2004

Final text received: June 22, 2004.