

## LE OSCILLAZIONI TARDO-PLEISTOCENICHE ED OLOCENICHE DEL LAGO EFFIMERO DEL PIANO DI PEZZA (ABRUZZO- ITALIA CENTRALE)

C. Giraudi

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

E-mail: giraudi@casaccia.enea.it

**ABSTRACT-** *Late Pleistocene and Holocene level fluctuations of the ephemeral lake of the Pezza Plain (Abruzzo, Central Italy)* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 10(2), 1996, 191-200 - The Pezza Plain, a closed tectonic basin with a catchment area of about 25 km<sup>2</sup>, is located on the Velino Massif, at the altitude of 1,450-1,530 m. The mountain crests that encircle the Plain, reach altitudes up to 2,271 m a.s.l. and commonly consist of Meso-Cenozoic carbonatic rocks. There is not an actual superficial drainage on the Plain nor are karst sinkholes present on its surface. The stratigraphic study of the Late Pleistocene and Holocene sediments allowed for the identification of five lacustrine formations. The lake, which is presently extinct, reached a maximum area of about 1 km<sup>2</sup> and a depth of 8-10 m during highstands. The Pezza Plain lake would have had five periods of maximum level, *i.e.*: i) in an unspecified time preceding the Last Glacial Maximum; ii) during the Last Glacial Maximum, when it reached the sill level and outflowed toward Altopiano delle Rocche; iii) during a period from about 5,790±70 to 3,240±65 years B.P.; iv) during a period much more recent than 3,175±65 B.P. and older than 1,575±65 years B.P.; v) in a period after 1,575±65 years B.P. and before 926±40 years B.P. The lake level was low up to dry in the intervals between these periods. It is probable that the lake disappeared for a certain time, at least from 3,240±65 to 3,175±65 years B.P. when the only eolian sediments recognized in the sedimentary series were deposited. At about 3,400±50 years B.P., in the western portion of the Pezza Plain, another ephemeral short-living lake of small area formed due to the damming action of detrital and colluvial deposits. Lake level fluctuations were linked to climatic changes which modified the hydrologic equilibrium in the catchment area. Nevertheless, the periods of absence of the lake — like the present one — or of low lake levels, do not always correspond with arid climatic conditions. At present, even if there is no lake on the Plain, the mean annual rainfall is ca. 1,200-1,300 mm. With regard to the past, the development of soils — and soils, in particular — indicates that even when the lake was low or dry, climate was not arid. Probably temperature was one of the main factors controlling the variations in the hydraulic equilibrium: elevated temperatures favour evaporation and therefore, for equal rainfall amounts, there is a decrease in lake level up to the lake drying up. Morphological stability and development of the present soil (following a phase of aridity marked by absence of the lake and deposition of detrital and colluvial deposits, which occurred during part of the Medieval period) are factors that seem to make the Pezza Plain present situation more similar to that of the time immediately before 6,090±80 to 5,790±70 years B.P. The drastic areal reduction and disappearance of the Pezza Plain ephemeral lake in the last 1,000 years, is not an isolated case: also some ephemeral lakes found on the Meta Massif at similar altitudes, have recently disappeared. Also these lakes indicate variations in the catchment areas hydraulic equilibrium such as it has been noticed for the Pezza Plain lake.

**RIASSUNTO -** *Le oscillazioni tarso-pleistoceniche ed oloceniche del lago effimero del Piano di Pezza (Abruzzo; Italia centrale)* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 10(2), 1996, 191-200 - Le oscillazioni tarso-pleistoceniche ed oloceniche del lago effimero del Piano di Pezza (Abruzzo- Italia Centrale) - Lo studio della stratigrafia dei sedimenti tarso-pleistocenici e olocenici del Piano di Pezza ha permesso di riconoscere la presenza di cinque formazioni lacustri. Il lago nel quale si sono depositi i sedimenti, attualmente estinto, raggiungeva una superficie massima di circa 1 km<sup>2</sup> e superava, nei momenti di alti livelli, la profondità di 8-10 m. Il lago del Piano di Pezza doveva essere presente ed avere livelli elevati nel corso di cinque periodi: 1) in un momento non ben precisato precedente all'ultima massima espansione glaciale; 2) nel corso dell'ultima massima espansione glaciale, quando raggiunse il livello più elevato, arrivando alla quota della soglia e dando luogo ad un emissario superficiale che drenava verso gli Altipiani delle Rocche; 3) in un periodo compreso tra circa 5790±70 e 3240±65 anni B.P.; 4) in un periodo sensibilmente più recente di 3175 ± 65 e più antico di 1575 ± 65 anni B.P.; 5) in un periodo successivo a 1575 ± 65 e più antico di 926±40 anni B.P. Il lago era basso o assente negli intervalli tra i periodi elencati. E' probabile che il lago sia scomparso almeno tra 3240±65 e 3175±65 anni B.P., nel corso di un periodo arido, quando si deponivano gli unici sedimenti eolici individuati nella serie. Attorno a 3400±50 anni B.P., nella porzione occidentale del Piano di Pezza, si formò, a causa di uno sbarramento prodotto dalla messa in posto di detrito e colluvio, un ulteriore piccolo lago effimero, che ebbe vita molto breve. Le oscillazioni di livello sono state causate dai cambiamenti climatici che hanno modificato il bilancio idrologico del bacino di alimentazione del lago.

**Parole chiave:** Pleistocene superiore-Olocene, lago effimero, Italia Centrale  
**Keywords:** Late Pleistocene, Holocene, ephemeral lake, Central Italy

### 1. INTRODUZIONE

Il Piano di Pezza, una conca tettonica chiusa avente un bacino di alimentazione di circa 25 km<sup>2</sup> (Fig. 1), è presente nel Massiccio del Velino, a Nord del M. Magnola, a quota di 1450-1530 m. Al Piano di Pezza non vi è attualmente drenaggio superficiale e non sono presenti inghiottitoi carsici in superficie: le acque di precipitazione e di fusione delle nevi vengono assorbite dai sedimenti grossolani che formano la maggior parte del

Piano. Al Piano di Pezza sono presenti attualmente tre piccoli laghetti, alimentati da sorgenti di portata molto limitata o da acque meteoriche, racchiusi in depressioni artificiali poco profonde. Uno dei suddetti laghetti è denominato Lago di Pezza.

Sedimenti lacustri al Piano di Pezza sono stati segnalati fin dal rilevamento del foglio geologico a scala 1:100.000 Sulmona (S.G.I., 1942). Considerazioni sulla presenza di depositi e forme lacustri sono contenute in Biasini (1966), Cassoli *et al.* (1986), Giraudi (1989) e

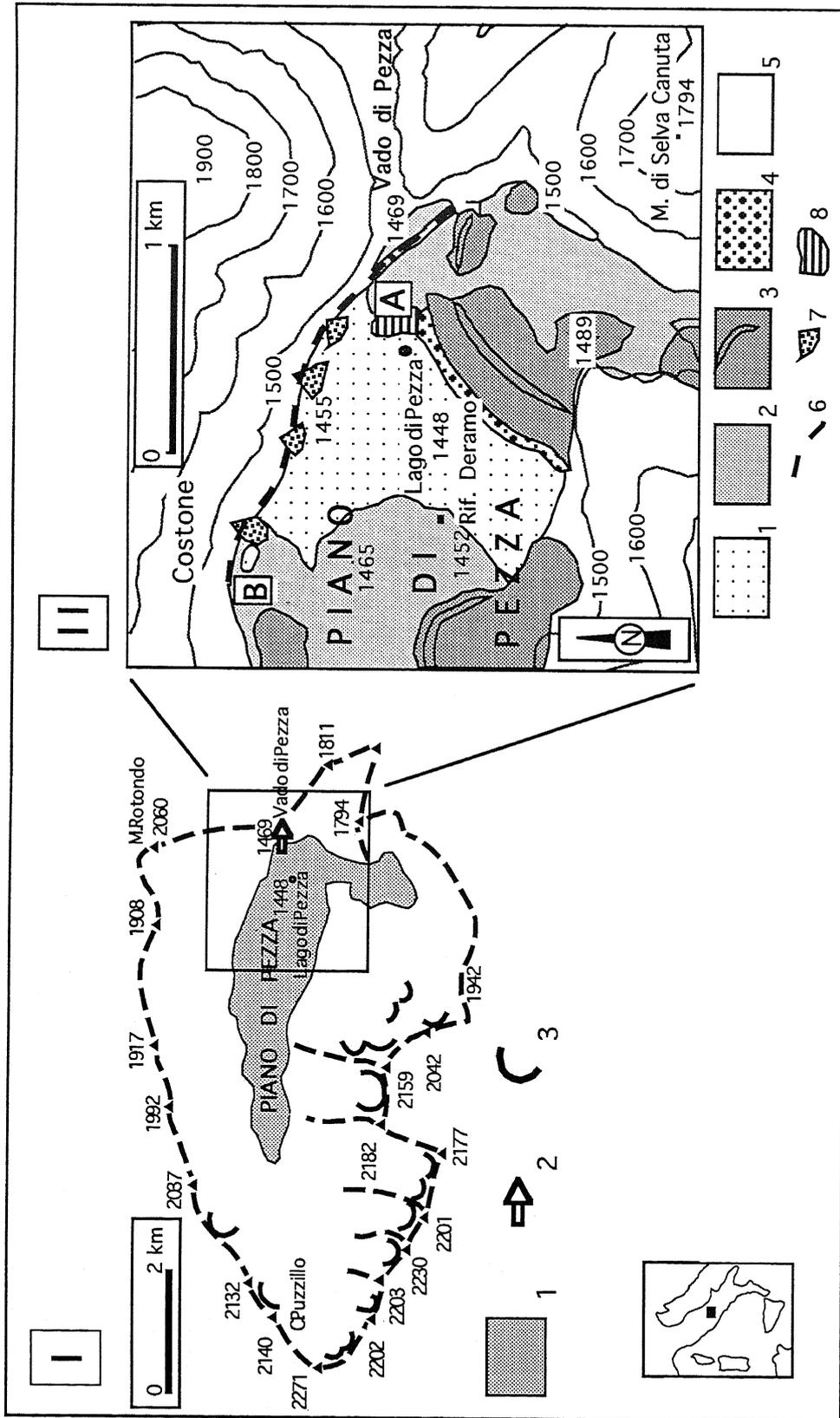


Fig. 1 - Carta geologica schematica del Piano di Pezza. Legenda: [I]: 1 = area costituita da sedimenti quaternari, prevalentemente pleistocenici superiori e olocenici; 2 = sfioratore di Vado di Pezza; 3 = circhi glaciali. [II]: 1 = sedimenti lacustri del Pleistocene superiore e Olocene, localmente coperti da sottili coltri alluvionali e detritico-colluviali; 2 = sedimenti fluvio-glaciali di ritiro; 3 = morene dell'ultima massima espansione glaciale; 4 = sedimenti alluvionali e lacustri più antichi dell'ultima massima espansione glaciale; 5 = substrato meso-cenozoico; 6 = scarpata di faglia di Vado di Pezza; 7 = conoidi detritico-colluviali; 8 = Cava abbandonata.

Schematic geologic map of the Pezza Plain. Legend: [I]: 1 = quaternary sediments, mainly of Upper Pleistocene and Holocene; 2 = outflow of Vado di Pezza; 3 = glacial cirques. [II]: 1 = Upper Pleistocene and Holocene lacustrine sediments, locally covered by thin alluvial and detrital-colluvial deposits; 2 = Fluvio-glacial sediments of a retreat phase; 3 = moraine of the last glacial maximum; 5 = Meso-Cenozoic bedrock; 6 = the fault scarp of Vado di Pezza; 7 = detrital-colluvial fans; 8 = Abandoned quarry.

Jaurand (1994). La datazione dei sedimenti lacustri, in mancanza di datazioni radiometriche, era suggerita dai rapporti tra tali sedimenti ed i depositi glaciali presenti al Piano di Pezza.

Cassoli *et al.* (1986), in un lavoro sui sedimenti glaciali del Massiccio del Velino, affermano che i sedimenti lacustri sarebbero compresi stratigraficamente tra due depositi glaciali, "rissiano" il primo, "würmiano" il secondo, e li attribuiscono all'interglaciale "Riss-Würm". Il ritrovamento di poche valve di ostracodi del genere *Liliocypris gibba*, specie che predilige le acque con temperature elevate (tra 20 e 32°C) e che mal sopporta temperature inferiori a 10,5°C, confermerebbe che la sedimentazione lacustre è avvenuta nel corso di un periodo caldo.

Giraudi (1989) in base alle relazioni di eteropia tra i sedimenti lacustri ed i depositi glaciali e fluvioglaciali, osserva che i sedimenti lacustri sono coevi con l'ultimo massimo glaciale e in parte successivi.

Riferendosi ai depositi lacustri ed in particolare alla presenza dei fossili suddetti, Jaurand (1994) osserva che è impensabile che, alla quota del Piano di Pezza (circa 1450 m), ove la temperatura media attuale è inferiore a 10,5°C per 7-8 mesi all'anno, nel corso dell'interglaciale Riss-Würm la temperatura fosse così elevata da permettere la vita di *Liliocypris gibba*, ed ipotizza che si tratti di resti fluitati dagli affioramenti calcarei posti nel bacino di alimentazione. Jaurand (1994) nega altresì l'esistenza di un corpo sedimentario, affiorante sotto le morene dell'ultimo massimo glaciale, cioè dei sedimenti indicati come morene "rissiane" da Cassoli *et al.* (1986).

Dati riguardanti la presenza di sedimenti lacustri olocenici sono forniti da Cinti *et al.* (1992). Tali Autori, avendo scavato tre trincee a scopo paleosismologico sulla faglia che interessa il Vado di Pezza ed il margine settentrionale del Piano, hanno evidenziato orizzonti lacustri olocenici e datato col metodo del <sup>14</sup>C alcuni suoli intercalati a questi, fornendo quattro datazioni utili per l'inquadramento cronologico dei sedimenti.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO

Il Piano di Pezza è costituito prevalentemente da depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali e lacustri. I depositi glaciali e fluvioglaciali sono i più estesi e sono dovuti allo sviluppo, e poi al ritiro, di ghiacciai che scendevano dai circhi posti al margine meridionale ed occidentale del bacino (Fig. 1).

Il bacino, circondato da monti costituiti da rocce carbonatiche meso-cenozoiche, che superano i 2200 m di quota, appare attualmente chiuso ad opera di una scarpata prodotta da una faglia che, muovendosi ripetutamente in periodo post glaciale (Biasini, 1966; Giraudi, 1989; Cinti *et al.*, 1992) ha sollevato il Vado di Pezza. Come testimoniato dalla distribuzione dei sedimenti fluvioglaciali di ritiro dell'ultimo massimo glaciale, il Vado era ancora percorso da un corso d'acqua emissario che scendeva verso gli Altipiani delle Rocche al momento della deposizione di tali sedimenti (Giraudi, 1989).

Dopo la disattivazione dell'emissario, la stretta valle che inizia al Vado di Pezza venne parzialmente colmata dalla formazione di detrito di falda, e la morfologia del

fondovalle venne modificata. La quota della soglia del Vado di Pezza, dalla quale doveva defluire l'emissario, appare, valutabile attorno a 1470 m.

La stratigrafia dei sedimenti quaternari presi in considerazione nel presente lavoro è stata dedotta da rilevamenti e, per quanto riguarda l'Olocene, dall'esame della stratigrafia delle trincee eseguite a scopo paleosismologico da Cinti *et al.* (1992) e da carote prelevate mediante numerosi sondaggi eseguiti con trivella a mano. Sono state effettuate sei nuove datazioni col metodo del <sup>14</sup>C ed è stata individuata la presenza di andosuoli intercalati a depositi lacustri. Nell'Appennino Abruzzese, secondo Frezzotti & Narcisi (1989), gli andosuoli si sarebbero sviluppati sul tephra del Tufo Giallo Napoletano e ne testimonierebbero la presenza. Il tephra suddetto sarebbe databile, secondo Alessio *et al.* (1973) a 12.300±300 anni <sup>14</sup>C B.P.

Sono stati individuati sedimenti lacustri in due zone del Piano di Pezza: la zona orientale del Piano, la più depressa, ospita la maggior parte di tali depositi (zona A in Fig. 1); sedimenti poco potenti sono presenti più a occidente (zona B in Fig. 1).

I sedimenti di origine lacustre individuati nella zona A appartengono ad almeno cinque formazioni: i depositi lacustri si alternano a depositi alluvionali, fluvioglaciali, detritico-colluviali ed a suoli (Fig. 2).

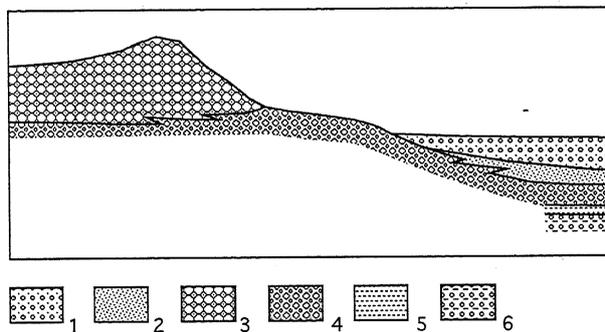


Fig. 2 - Schema dei rapporti stratigrafici tra i sedimenti tardo-pleistocenici del Piano di Pezza. Legenda: 1 = sedimenti fluvioglaciali di ritiro (fasi di ritiro dell'ultima massima espansione glaciale); 2 = sedimenti della seconda formazione lacustre (ultima massima espansione glaciale); 3 = morene (ultima massima espansione glaciale); 4 = sedimenti della seconda formazione alluvionale (fasi appena precedenti e contemporanee all'inizio dell'ultima massima espansione glaciale); 5 = sedimenti della prima formazione lacustre (Pleistocene superiore?); 6 = sedimenti della prima formazione alluvionale (Pleistocene superiore?).

*Stratigraphic sketch of the Late Pleistocene sediments of the Pezzo Plain. Legend: 1 = fluvio-glacial sediments of a retreat phase (phase of retreat of the last glacial maximum); 2 = sediments of the second lacustrine formation (last glacial maximum); 3 = moraine (last glacial maximum); 4 = sediments of the second alluvial formation (phases immediately preceding and contemporary to the beginning of the last glacial maximum); 5 = sediments of the first lacustrine formation (Upper Pleistocene?); 6 = sediments of the first alluvial formation (Upper Pleistocene?).*

### La prima formazione alluvionale

Tale formazione affiora parzialmente nella porzione medio-bassa della scarpata di faglia del Vado di Pezza ed è formata da ghiaie sabbiose. Non ci sono elementi

per stabilirne l'età.

#### *La prima formazione lacustre*

Un primo corpo di depositi lacustri affiora parzialmente nella porzione intermedia della scarpata di faglia che chiude il Piano al Vado di Pezza. Si tratta essenzialmente di sabbie e sabbie limose calcaree grigio-giallastre, mal stratificate potenti 2-3 m. Non si hanno elementi per determinare la loro età.

#### *La seconda formazione alluvionale*

La seconda formazione alluvionale copre i sedimenti lacustri precedentemente descritti. Essa è formata da sedimenti alluvionali affioranti sia sulla scarpata di faglia che nella cava abbandonata presso il Lago di Pezza (Fig. 1), sia sotto le morene. Secondo quanto rilevabile nelle fotografie aeree del 1954 dell'Istituto Geografico Militare, tale formazione doveva affiorare anche lungo una fascia che si estendeva da Sud a Nord nella zona attualmente occupata dalla Cava (Fig. 1). I sedimenti sono costituiti da ghiaie sabbiose, stratificate alla base, mal stratificate al tetto, da arrotondate a sub-arrotondate, cementate in corrispondenza di alcuni livelli. La potenza complessiva è variabile, comunque superiore a 6 m. I sedimenti mal stratificati presenti al tetto potrebbero essere di origine fluvioglaciale, ed essere legati alle fasi di avanzamento dei ghiacciai dell'ultimo massimo glaciale che hanno prodotto le morene che si sovrappongono loro. Jaurand (1994) nega l'esistenza di un corpo sedimentario sottostante i depositi glaciali, segnalato da Cassoli *et al.* (1986) e da Giraudi (1989), e attribuisce un'origine fluvioglaciale a tutti i depositi che nel presente lavoro vengono indicati come seconda formazione alluvionale. L'Autore correla tali depositi ai sedimenti fluvioglaciali di ritiro di cui si parlerà più avanti: la correlazione è insostenibile poichè tra i sedimenti della seconda formazione alluvionale ed i depositi fluvioglaciali di ritiro si interpongono i sedimenti lacustri della seconda formazione (vedasi oltre).

La formazione deve essere di poco precedente e parzialmente contemporanea alle prime fasi di sviluppo dei ghiacciai dell'ultimo massimo glaciale.

#### *Morene dell'ultimo massimo glaciale*

Le morene presenti nella zona (Fig. 1) sono state attribuite all'Ultimo Massimo Glaciale da tutti gli autori citati. I depositi glaciali aggiungono una potenza che può superare i 10-15 m, e coprono i sedimenti descritti in precedenza. Lo sviluppo dei ghiacciai dell'ultimo massimo glaciale sul Massiccio del Velino sarebbe avvenuto, secondo Frezzotti & Giraudi (1992) che hanno studiato e datato col metodo del  $^{14}\text{C}$  i depositi fluvioglaciali di Valle Majelama, a partire da un momento sensibilmente più recente di 30.000 anni fa e sarebbe terminato in un periodo sensibilmente più antico di 15.000 anni fa.

I depositi glaciali sono parzialmente coperti da sedimenti fluvioglaciali legati alle fasi di ritiro glaciale.

#### *La seconda formazione lacustre*

I sedimenti di tale formazione coprono i depositi della seconda formazione alluvionale e sono coperti da sedimenti fluvioglaciali di ritiro (vedasi oltre). La seconda

formazione lacustre deve perciò essere contemporanea alla massima espansione dei ghiacciai, e quindi alla messa in posto degli anfiteatri morenici dell'ultimo massimo glaciale, e alle prime fasi di ritiro. La formazione ha una potenza visibile non superiore ai 3 m. È costituita, alla base, da sabbie fini limose stratificate bianche e beige chiaro, coperte da limi beige chiari contenenti rari livelli di limi sabbiosi. I limi beige contengono rarissimi ciottoli di diametro superiore a 10-15 cm. La presenza di ciottoli isolati nei sedimenti lacustri a granulometria molto fine, testimonia episodi di sedimentazione particolari. Trattandosi di un deposito coevo alla messa in posto delle morene dell'ultimo massimo glaciale, in un lago che era alimentato dai ghiacciai e doveva lambirne le lingue, appare logico attribuire la sedimentazione dei grossi ciottoli alla fusione di masse di ghiaccio galleggianti sul lago, che trasportavano detrito di origine glaciale.

Sui sedimenti descritti appoggiano limi compatti beige, quindi sabbie fini beige, stratificate. Chiude la serie un sedimento nettamente varvato, prevalentemente sabbioso-limoso beige e beige chiaro. Le singole varve, in numero vicino a 100, sono costituite da una coppia di livelli che si distinguono per la loro granulometria: un livello più grossolano alla base, un livello fine al tetto.

La presenza di sedimenti della seconda formazione lacustre ad una quota molto vicina a quella della soglia del Vado di Pezza, indica che, durante la deposizione di tali sedimenti, l'acqua doveva defluire dal Piano di Pezza verso gli Altipiani delle Rocche.

#### *I depositi fluvioglaciali di ritiro*

I sedimenti fluvioglaciali di ritiro sono costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa, mal stratificate, disposte a formare conoidi piuttosto piatti che tagliano i depositi glaciali dell'ultimo massimo glaciale. I conoidi, alimentati dalla porzione medio-alta delle valli glaciali, sono parzialmente coperti da depositi alluvionali più recenti e interessati da incisioni prodottesi nel corso di fasi erosive successive. Nella fase iniziale, i sedimenti fluvioglaciali devono essersi depositi contemporaneamente ai più recenti sedimenti della seconda formazione lacustre, ma successivamente ne erosero parzialmente il tetto.

I depositi fluvioglaciali formano la superficie della soglia del Vado di Pezza: il corso d'acqua che li ha depositi doveva quindi uscire dal Piano di Pezza (Fig. 1), drenando verso gli Altipiani delle Rocche, dove sono peraltro visibili conoidi con apice prossimo alla valle che scende dal Vado di Pezza. Dopo questa fase il sollevamento relativo del Vado di Pezza ad opera della faglia ha prodotto la chiusura del Piano di Pezza.

#### *La prima formazione detritica-colluviale*

Alla base del versante che borda a settentrione il Piano, è stata rilevata la presenza di detriti da spigolosi a semiarrotondati, in matrice terrosa: tali detriti presentano tracce di pedogenesi al tetto (Fig. 3). La porzione inferiore appare eteropica rispetto agli ultimi sedimenti della seconda formazione lacustre mentre la maggior parte del deposito è posteriore. I depositi detritici appaiono, così come i sottostanti sedimenti lacustri, interessati da una netta superficie di erosione dovuta ad acque di ruscellamento. Su tale superficie di erosione appoggia

un suolo su materiale vulcanico, avente orizzonte Ab omogeneo con struttura prismatica medio-piccola, spesso 20 cm (M. Frezzotti, com. pers.). Si tratta di un andosuolo. Come detto in precedenza, nell'Appennino Abruzzese, secondo Frezzotti & Narcisi (1989), gli andosuoli si sarebbero sviluppati sul tephra del Tufo Giallo Napoletano o sui prodotti del suo rimaneggiamento, e ne testimonierebbero la presenza. Il tephra suddetto sarebbe databile, secondo Alessio *et al.* (1973) a  $12.300 \pm 300$  anni  $^{14}\text{C}$  B.P. La deposizione della prima formazione detritica sarebbe quindi precedente ad una superficie di erosione, prodotta da acque di ruscellamento, sviluppatasi prima della caduta del tephra del Tufo Giallo Napoletano.

#### La terza formazione lacustre

Limi calcarei stratificati biancastri costituiscono la terza formazione lacustre. Essi coprono l'andosuolo descritto in precedenza (Fig. 3). Cinti *et al.* (1992) hanno datato col  $^{14}\text{C}$  il suolo e riportano un'età di  $6090 \pm 80$  anni B.P. Un altro campione dell'orizzonte superiore del suolo, prelevato in posizione diversa dal precedente e fatto datare dallo scrivente, ha fornito un'età di  $5790 \pm 70$  anni B.P. (BO 287) sempre col metodo del radiocarbonio.

Le datazioni degli orizzonti superiori dei suoli forniscono l'età media delle sostanze organiche presenti al momento del seppellimento del suolo. La copertura del suolo ad opera dei sedimenti lacustri deve quindi essere avvenuta attorno a tale data.

Sui sedimenti lacustri è presente un suolo. Una datazione effettuata sugli acidi umici presenti alla base del suolo ha fornito una età di  $3240 \pm 65$  anni B.P. La suddetta data dovrebbe indicare la fase iniziale dello sviluppo di tale suolo.

La terza formazione lacustre deve quindi essere successiva a  $5790 \pm 70$  e precedente a  $3240 \pm 65$  anni B.P.

#### Sedimenti eolici

Un sottile livello di limi calcarei, derivanti dal rimaneggiamento dei limi lacustri, copre il suolo presente al tetto della terza formazione lacustre (Fig. 3). Tali sedimenti non sono stratificati, sono più soffici dei sedimenti lacustri, e sono interessati da un suolo poco sviluppato: la loro deposizione deve essere avvenuta, dopo una fase iniziale nel corso della quale è stato interrotto lo sviluppo del suolo sottostante, contemporaneamente allo sviluppo del suolo da cui sono interessati. Dovrebbe quindi trattarsi di sedimenti di origine sub-aerea, verosimilmente eolica. Una data effettuata sugli acidi umici presenti nel suolo che interessa tali sedimenti ha fornito un'età di  $3175 \pm 65$  anni B.P. (BO 289) col metodo del radiocarbonio. La fase eolica deve essersi perciò sviluppata in un periodo successivo a  $3240 \pm 65$  anni B.P. ed essere stata molto attiva fino a circa  $3175 \pm 75$  anni B.P. Dopo questo data la deposizione eolica deve essere stata più lenta, contemporanea allo sviluppo del suolo.

#### La quarta formazione lacustre

È costituita da ghiaie da centimetriche a decimetriche passanti, nella parte alta, a limi stratificati. I limi risultano pedogenizzati (Fig. 3). Le sostanze organiche contenute nella parte alta del suolo sono state datate col metodo del radiocarbonio ed hanno fornito un'età di

$1.575 \pm 65$  (BO 290). Un campione dello stesso suolo, prelevato in un altro punto è stato datato da Cinti *et al.* (1992) ed ha fornito un'età di  $1760 \pm 60$  anni B.P. I suddetti sedimenti appoggiano su una evidente superficie di erosione, prodotta da acque di ruscellamento. La superficie taglia sia il suolo posto al tetto dei sedimenti eolici sia i sedimenti della terza formazione lacustre: la base della quarta formazione lacustre è quindi sensibilmente più recente di  $3175 \pm 65$  anni B.P.

#### La quinta formazione lacustre

È costituita da limi ben stratificati passanti, nella parte superiore a ghiaie da sub-angolari ad angolari in matrice limosa. Tale formazione copre (Fig. 3) il suolo datato a  $1.575 \pm 65$  anni B.P.

I suddetti sedimenti lacustri sono interessati al tetto da una notevole superficie di erosione prodotta da acque di ruscellamento.

#### La seconda formazione detritica-colluviale

In parziale eteropia col tetto ghiaioso-sabbioso della quinta formazione lacustre (Fig. 3) esistono livelli detritico-colluviali che chiudono la serie stratigrafica. Secondo Cinti *et al.* (1992), la parte medio-alta dei depositi contiene la data di  $926 \pm 40$  anni B.P. (età corretta  $2\sigma$  1019-1094 A.D.).

Su tali sedimenti come su quelli interessati dalla superficie di erosione posteriore alla quinta formazione lacustre, è impostato il suolo attuale.

Nella zona B (Fig. 1), posta ad occidente della precedente, in un'area non occupata dai sedimenti lacustri tardo-pleistocenici perchè più elevata, è stata rilevata, grazie soprattutto alle trincee per scopi paleosismologici (Cinti *et al.*, 1992), la seguente stratigrafia (Fig. 3).

I depositi più antichi affioranti sono rappresentati da sedimenti fluvioglaciali di ritiro analoghi a quelli descritti in precedenza; questi appaiono interessati da una netta superficie di erosione dovuta alle acque di ruscellamento. Sulla superficie di erosione appoggiano detriti del tutto analoghi a quelli che costituiscono la prima formazione detritica-colluviale descritta sopra. Su tali detriti è presente l'andosuolo, coperto da limi lacustri con passate di ghiaietto e sabbia. I sedimenti lacustri sono eteropici con una potente coltre detritico colluviale. Vi sono alcune date relative a tale zona. Il detrito appena più recente della superficie di erosione è più antico della caduta del tephra (datato  $12.300 \pm 300$  anni B.P.) su cui si è sviluppato l'andosuolo. Il suolo è stato datato da Cinti *et al.* (1992) a  $3310 \pm 240$  anni B.P. Un'ulteriore datazione col radiocarbonio fatta eseguire dallo scrivente su un campione prelevato dalla porzione sommitale del suolo ha fornito un'età di  $3.375 \pm 65$  anni B.P. (BO 291). La deposizione dei sedimenti lacustri è quindi successiva a tali date.

Gli acidi umici, presenti in un campione prelevato nel livello colluviale successivo al lacustre, sono stati datati col metodo del radiocarbonio ed hanno fornito un'età di  $3.650 \pm 70$  anni B.P. (BO 292). La suddetta data è più antica di quella ottenuta per il suolo sottostante: è assai probabile perciò che le sostanze umiche presenti nel colluvio derivino da suoli sviluppatasi in un periodo

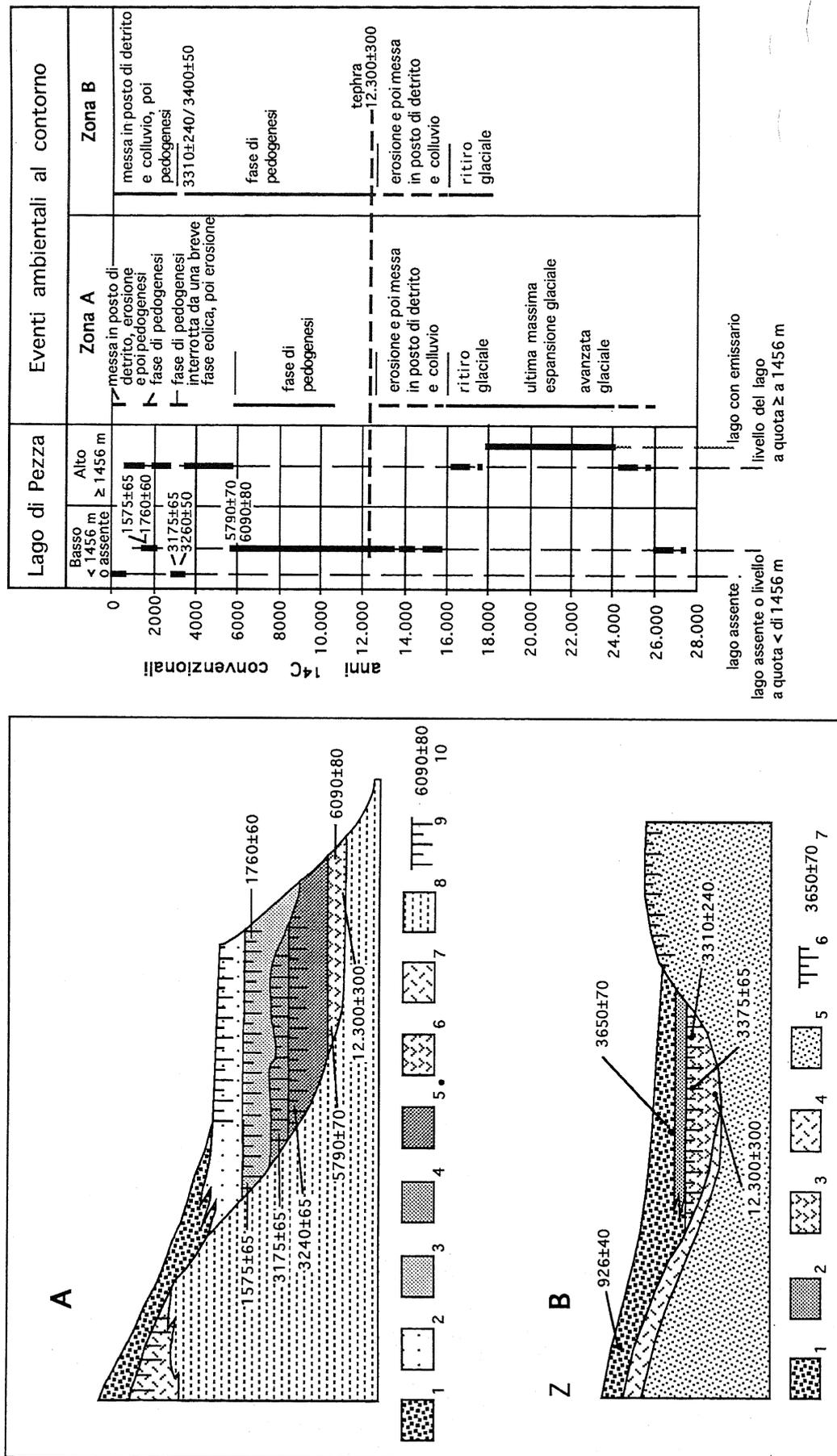


Fig. 3 - Schema dei rapporti stratigrafici tra i sedimenti olocenici, oscillazioni di livello del lago del Piano di Pezza ed eventi ambientali al contorno. Legenda: Zona A - 1 = sedimenti della seconda formazione detritica-colluviale; 2 = sedimenti della quinta formazione lacustre; 3 = sedimenti della terza formazione lacustre; 4 = sedimenti eolici; 5 = sedimenti della quarta formazione lacustre; 6 = suolo su vulcanico (andosuolo); 7 = sedimenti della prima formazione detritica-colluviale; 8 = sedimenti della seconda formazione lacustre; 9 = suoli; 10 = date radiocarbonio convenzionali. Zona B - 1 = sedimenti detritico-colluviali; 2 = sedimenti lacustri; 3 = suolo su vulcanico (andosuolo); 4 = sedimenti della prima formazione detritica-colluviale; 5 = sedimenti fluvio-glaciali di ritiro; 6 = suoli; 7 = date radiocarbonio convenzionali. Stratigraphic relationships among Holocene sediments, fluctuations of the Pezza Plain lake level and environmental events in the areas bordering the lake. Legend: Zona A - 1 = sediments of the 2nd detrital-colluvial formation; 2 = sediments of the 5th lacustrine formation; 3 = sediments of the 4th lacustrine formation; 4 = eolian sediments; 5 = sediments of the 3rd lacustrine formation; 6 = soil developed from volcanic materials (ando soil); 7 = sediments of the 1st detrital-colluvial formation; 8 = sediments of the 2nd lacustrine formation; 9 = soils; 10 = conventional radio carbon dates. Zona B - 1 = detrital-colluvial sediments; 2 = lacustrine sediments; 3 = soil developed from volcanic materials (ando soil); 4 = sediments of the 1st detrital-colluvial formation; 5 = sediments of the 1st detrital-colluvial formation; 6 = soils; 7 = conventional radio carbon dates.

nettamente precedente la messa in posto del colluvio.

Considerando l'eteropia di facies tra sedimenti lacustri e depositi detritici e colluviali nonché la situazione morfologica, appare chiaro che i depositi lacustri posteriori a  $3.375 \pm 65$  anni B.P. devono essersi depositi nell'ambito di un piccolissimo bacino distaccato dal bacino lacustre principale. Il laghetto deve essersi formato per sbarramento di una blanda incisione quando è iniziata la messa in posto di detriti e colluvi e deve avere avuto una vita piuttosto breve.

### 3. IL LAGO EFFIMERO DEL PIANO DI PEZZA E LE SUE OSCILLAZIONI DI LIVELLO

Le cinque formazioni lacustri individuate al Piano di Pezza indicano la presenza, durante certi periodi, compresa parte dell'epoca storica, di un lago. Tale lago era soggetto a variazioni di ampiezza e di livello e poteva anche ridursi fino alla scomparsa, come in epoca moderna. Trascurando la prima formazione lacustre, per la quale non si hanno adeguati elementi di datazione né indicazioni circa l'estensione dei depositi, possiamo affermare che nel corso della deposizione delle formazioni successive il lago raggiunse una estensione massima vicina ad  $1 \text{ km}^2$ .

E' anche possibile, in base alla quota degli affioramenti dei sedimenti lacustri, stabilire la quota raggiunta dalle acque del lago nel corso di determinati periodi di tempo. Occorre precisare che al Vado di Pezza i sedimenti lacustri della seconda formazione sono dislocati da una faglia e che si trovano ad una altezza di circa 10 m superiore a quella degli stessi sedimenti presenti nella porzione ribassata: le quote che verranno riportate di seguito si riferiscono quindi ai sedimenti lacustri presenti in altre zone del Piano di Pezza situati tutti nella porzione ribassata dalla faglia.

I sedimenti della seconda formazione lacustre arrivano fino ad un massimo di circa 1458 m di quota mentre i sedimenti delle formazioni successive arrivano a circa 1456-57 m: al momento della sedimentazione i livelli lacustri dovevano essere prossimi o superiori a tali quote. Purtroppo non si hanno elementi per determinare le quote minime raggiunte dal lago nel corso delle oscillazioni negative di livello: ciò è dovuto alla presenza di affioramenti compresi tutti nella stessa fascia altimetrica, alla mancanza totale di affioramenti nelle porzioni più depresse del Piano e alla difficoltà di distinguere, mediante sondaggi a mano, sedimenti delle diverse formazioni lacustri, in mancanza di elementi di correlazione certa quali i suoli intercalati, in particolare l'andosuolo. Di conseguenza verranno indicati come caratterizzati da livelli lacustri "alti" quei periodi nel corso dei quali il lago raggiungeva una quota pari o superiore a 1456 m, mentre i periodi nel corso dei quali a tali quote non si depositavano sedimenti lacustri verranno indicati come caratterizzati da lago "basso o assente".

Appare assai difficile stabilire la profondità massima raggiunta dal lago non conoscendo la stratigrafia e la potenza dei sedimenti nella porzione più depressa del Piano, tuttavia, data la quota di tale porzione (1448 m), quando il livello del lago raggiungeva la quota di 1456-58

m, la profondità del lago doveva essere superiore a 8-10 m.

Come evidenziato nel paragrafo riguardante la stratigrafia, soltanto nel corso della sedimentazione della seconda formazione lacustre il lago doveva avere un emissario che drenava verso gli Altipiani delle Rocche.

In complesso il lago del Piano di Pezza doveva essere presente ed avere livelli elevati nel corso di 5 periodi:

1) in un momento non ben precisato precedente all'ultima massima espansione glaciale; 2) nel corso dell'ultima massima espansione glaciale, quando raggiunse la quota della soglia e venne drenato da un emissario superficiale; 3) in un periodo compreso tra circa  $5790 \pm 70$  e  $3240 \pm 65$  anni B.P.; 4) in un periodo sensibilmente più recente di  $3175 \pm 65$  e più antico di  $1575 \pm 65$  anni B.P.; 5) in un periodo successivo a  $1575 \pm 65$  anni B.P.

Il lago era basso o assente negli intervalli tra i periodi elencati, ed è attualmente estinto.

### 4. CAUSA DELLE OSCILLAZIONI DI LIVELLO DEL LAGO

Le oscillazioni di livello del lago indicano, in assenza di altri fattori condizionanti, le variazioni del bilancio idrologico nel loro bacino di alimentazione, quindi sono provocate da variazioni climatiche. Nel caso del lago del Piano di Pezza occorre prendere in considerazione la presenza della faglia che, sollevando il Vado di Pezza, ha potenzialmente impedito il deflusso superficiale verso gli Altipiani delle Rocche, e potrebbe avere causato, per questo, aumenti di livello del lago indipendenti da cause climatiche. La faglia, come dimostrato da Biasini (1966), Giraudi (1989) e Cinti *et al.* (1992) ha prodotto dislocazioni sia in periodo post-glaciale che in epoca storica.

Per dimostrare quanto l'attività della faglia sia stata ininfluenza sulla oscillazioni di livello del lago verranno riportati alcuni dati. Occorre evidenziare innanzitutto che la porzione più depressa del Piano non è situata nei pressi del Vado di Pezza, bensì più ad Ovest, nella zona compresa tra il fronte delle morene posto a Sud del Lago di Pezza e i depositi fluvioglaciali di Rifugio Deramo. Stante tale situazione morfologica, anche senza gli effetti della tettonica, gran parte del drenaggio del Piano di Pezza confluiva in una depressione chiusa almeno dall'ultima massima espansione glaciale.

L'attività della faglia non aveva ancora provocato la chiusura del bacino né al momento della deposizione della seconda formazione lacustre né nel corso della sedimentazione dei depositi fluvioglaciali. Il fatto che i più alti livelli siano stati raggiunti nel corso della deposizione della seconda formazione lacustre, contemporaneamente alla massima espansione glaciale e quando il lago aveva un emissario, testimonia che la soglia di origine tettonica non aveva un ruolo fondamentale nel condizionare il drenaggio del Piano di Pezza.

Successivamente alla sedimentazione dei depositi fluvioglaciali, i movimenti della faglia produssero la chiusura del Piano, e avrebbero potuto, sbarrando un ipotetico emissario, provocare l'aumento di livello del lago; tuttavia nel corso di quel periodo il lago era a livelli bassi o era assente. La chiusura del bacino appare essere stata del tutto ininfluenza.

Le formazioni lacustri oloceniche occupano aree ben lontane dalla base della scarpata di faglia del Vado di Pezza e sono tutte comprese nella porzione ribassata: questa ulteriore considerazione indica che le oscillazioni lacustri successive sono avvenute tutte nella porzione più depressa del Piano, in aree non influenzate dalla tettonica, e quindi nemmeno i livelli lacustri olocenici possono essere stati influenzati sensibilmente dall'attività della faglia.

In sintesi, le oscillazioni di livello del Lago del Piano di Pezza (Fig. 3) sono da attribuire essenzialmente alle oscillazioni climatiche del passato che hanno condizionato il bilancio idrologico del suo bacino di alimentazione.

Il bilancio idrologico è determinato fondamentalmente dalla differenza (P-E) tra l'entità delle precipitazioni (P) e dell'evaporazione-evapotraspirazione (E) nel bacino di alimentazione.

Dalle variazioni di livello del lago si possono riconoscere quattro periodi ben distinti: a) un periodo precedente l'espansione dei ghiacciai dell'ultima massima espansione glaciale, caratterizzato da lago basso o assente; b) un periodo, coincidente con l'ultima massima espansione glaciale e con le fasi immediatamente precedenti e successive, caratterizzato da livelli del lago molto alti; c) un periodo, comprendente il Tardiglaciale e la prima parte dell'Olocene, caratterizzato da livelli del lago bassi o da assenza del lago; d) un ultimo periodo, coincidente con la seconda metà dell'Olocene; caratterizzato da forti oscillazioni di livello del lago.

Per avere ulteriori indicazioni paleoclimatiche, oltre al bilancio idrologico, occorre considerare le oscillazioni di livello lacustre nell'ambito delle indicazioni climatiche fornite dai sedimenti di diversa natura intercalati a quelli lacustri o presenti al contorno.

Nel corso dell'ultima massima espansione glaciale, quando i ghiacciai si espansero e raggiunsero la loro massima estensione, il bilancio positivo del bacino di alimentazione, poteva essere dovuto più alla bassa temperatura, che inibiva parzialmente l'evaporazione, che a precipitazioni molto abbondanti. Il livello elevato venne mantenuto anche quando le morene frontali erano già formate, in quanto vi è una falesia lacustre, la base della quale è posta a circa 1460 m, che incide le morene.

Nel corso delle fasi di ritiro glaciale e di deposizione dei sedimenti fluvio-glaciali di ritiro, nonostante l'abbondante acqua presente a causa della fusione dei ghiacciai, il lago si andò abbassando: è possibile quindi ipotizzare sia scarse precipitazioni, sia un aumento dell'evaporazione conseguente all'aumento di temperatura.

L'ipotesi della scarsità delle precipitazioni, o di una loro distribuzione irregolare, appare sostenuta anche dalla messa in posto, nello stesso periodo, di detriti e colluvi.

Indicazioni sulle prime fasi di ritiro glaciale possono derivare dalla osservazione dei sedimenti della seconda formazione lacustre. Tra i lacustri tardopleistocenici, solo i sedimenti presenti al tetto di tale formazione, coevi con le prime fasi di ritiro glaciale, presentano delle varve piuttosto nette. Le singole varve, in numero stimabile attorno a 100, sono costituite da una coppia di livelli che si distinguono per la loro granulometria: un livello più grossolano alla base, un livello fine al tetto. E' probabile che i materiali più grossolani costituenti le varve rappresentino gli apporti di acqua torbida con maggior carico

solido prodotti dalla maggiore fusione dei ghiacciai nel corso delle stagioni primaverile ed estiva, mentre i materiali fini si sarebbero depositi nel corso dell'autunno e dell'inverno, quando la fusione diminuiva o si annullava. I ghiacciai dell'ultimo massimo glaciale si sarebbero ritirati, quindi, gradualmente, per un certo periodo, producendo le varve. In seguito, la fusione glaciale avvenne bruscamente ed il carico solido dell'acqua di fusione divenne elevatissimo e i sedimenti fluvio-glaciali grossolani si deposero all'interno del lago.

Lo sviluppo dell'andosuolo a spese del tephra del Tufo Giallo Napoletano o dei prodotti del suo rimaneggiamento, testimonia che nella prima parte dell'Olocene, nonostante il lago fosse basso o assente, il clima non poteva essere arido. L'andosuolo infatti, a causa delle sue caratteristiche, non può sopravvivere a lunghi periodi di aridità (Frezzotti & Narcisi, 1989). La mancanza del lago o il suo livello basso devono essere perciò dovute alla forte evaporazione, quindi essere conseguenti a temperature medie estive piuttosto elevate.

Nel corso della seconda metà dell'Olocene si verificavano bassi livelli lacustri o la scomparsa del lago mentre nelle aree adiacenti avveniva pedogenesi. Tale fatto testimonierebbe che, anche se il bilancio idrologico era negativo, l'area non era realmente arida, quindi, l'evaporazione, legata alla temperatura, doveva essere elevata.

Il lago potrebbe essere scomparso tra  $3240 \pm 65$  e  $3175 \pm 65$  anni B.P., contemporaneamente alla presenza degli unici depositi eolici, provenienti dal rimaneggiamento dei sedimenti lacustri; la messa in posto dei sedimenti eolici denuncia l'esistenza di aree a quote inferiori a 1456 m abbandonate dall'acqua e non colonizzate dalla vegetazione: il suddetto periodo sarebbe perciò da considerare il più arido tra quelli identificati al Piano di Pezza.

Infine, la scomparsa del Lago del Piano di Pezza in epoca storica è avvenuta contemporaneamente alla messa in posto di detriti e colluvi, quindi nel corso di un periodo arido, al quale ha fatto seguito un periodo più umido, che perdura fino all'attuale, nel corso del quale non si è riformato il lago, ma si sono sviluppati i suoli.

## 5. CONCLUSIONI

Lo studio della stratigrafia dei sedimenti tardopleistocenici e olocenici presenti al Piano di Pezza ha permesso di riconoscere la presenza di cinque formazioni lacustri. Il lago che li ha depositi, attualmente estinto, raggiungeva una superficie massima di circa 1 km<sup>2</sup> e superava, nei momenti di alti livelli, la profondità di 8-10 m.

In complesso il lago del Piano di Pezza doveva essere presente ed avere livelli elevati nel corso di cinque periodi: - in un momento non ben precisato precedente all'ultima massima espansione glaciale; - nel corso dell'ultima massima espansione glaciale, quando raggiunse il livello più elevato, arrivando alla quota della soglia e dando luogo ad un emissario superficiale che drenava verso gli Altipiani delle Rocche; - in un periodo compreso tra circa  $5790 \pm 70$  e  $3240 \pm 65$  anni B.P.; - in un periodo sensibilmente più recente di  $3175 \pm 65$  e più antico di  $1575 \pm 65$  anni B.P.; - in un periodo successivo a  $1575 \pm 65$  anni B.P.

Il lago era basso o assente negli intervalli tra i periodi elencati.

E' probabile che il lago sia scomparso almeno tra 3240±65 e 3175±65 anni B.P., nel corso di un periodo arido, quando si deponavano gli unici sedimenti eolici individuati nella serie.

Attorno a 3375±65 anni B.P., nella porzione occidentale del Piano di Pezza (Zona B di Fig. 1), si formò, a causa di uno sbarramento prodotto dalla messa in posto di detrito e colluvio, un ulteriore piccolo lago effimero, che ebbe vita molto breve.

Le oscillazioni di livello sono state prodotte dai cambiamenti climatici che hanno modificato il bilancio idrologico nel bacino di alimentazione.

Tuttavia non sempre i periodi caratterizzati da assenza del lago, come l'attuale, o da livelli bassi, corrispondono a condizioni di clima arido. Attualmente sul Piano di Pezza, anche se il lago è assente le precipitazioni medie annue sono pari a 1200-1300 mm (Boni *et al.*, 1986). Per il passato, lo sviluppo di suoli, ed in particolare dell'andosuolo, indicano che spesso, anche con lago basso o assente, il clima non doveva essere arido. E' probabile che, tra i fattori principali che determinano le variazioni del bilancio idrologico, assuma molta importanza la temperatura: temperature elevate favoriscono l'evaporazione e quindi, a parità di precipitazioni, producono la diminuzione di livello del lago o la sua scomparsa.

La stabilità morfologica e lo sviluppo dei suoli del giorno d'oggi, seguiti alla fase di aridità indicata dalla scomparsa del lago e dalla deposizione di detriti e colluvi tipici di una parte del periodo medioevale, sembrano avvicinare il tipo di clima attuale del Piano di Pezza a quello presente poco prima di 5790±70/6090±80 anni B.P.

La drastica riduzione e poi la scomparsa del lago effimero del Piano di Pezza nel corso dell'ultimo millennio non rappresenta un caso isolato: anche alcuni laghi effimeri del Massiccio della Meta, posti a quote analoghe o superiori, sono scomparsi recentemente (Giraudi, in stampa). Anche per tutto il periodo post glaciale gli stessi laghi effimeri mostrano variazioni nel bilancio idrologico nei bacini di alimentazione congruenti con quelle rilevate al lago del Piano di Pezza.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia M. Frezzotti che ha partecipato a parte delle ricerche di campagna ed ha esaminato i suoli.

Si ringraziano inoltre A. Salomoni e collaboratori, del Laboratorio <sup>14</sup>C dell'ENEA di Bologna per avere effettuato le datazioni.

Si ringraziano infine F.R. Cinti, D. Pantosti, G. D'Addezio e P.M. De Martini dell'Istituto Nazionale di Geofisica, che hanno consentito di svolgere studi stratigrafici a fini paleoclimatici nelle trincee da loro aperte per studi paleosismologici.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Alessio M., Bella F., Improta S., Cortesi C. & Turi B., 1973, *University of Rome Carbon-14 dates XII.*

*Radiocarbon*, 15, 165-178.

Biasini A., 1966 - *Elementi morfotettonici, tratti da un rilievo fotogeologico, al margine dell'altipiano di Ovindoli (Abruzzo)*. *Geol.Rom.*, 5, 303-312.

Boni C., Bono P. & Capelli G., 1986 - *Schema idrogeologico dell'Italia Centrale*. *Mem. Soc. geol. It.*, 35, 991-1012.

Cassoli A., Corda L., Lodoli C., Malatesta A., Molaroni M. V. & Ruggeri A., 1986 - *Il glacialismo quaternario del gruppo Velino-Ocre-Sirente*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 35, 855-867, 5 ff.

Cinti F.R., Pantosti D., D'Addezio G. & De Martini P.M., 1992 - *Paleosismicità della faglia Ovindoli-Pezza (Abruzzo)*. *Atti 11° Conv. Gruppo Naz. Geofisica Terra Solida*, Roma, 9-11 Dicembre 1992, 273-285.

Frezzotti M. & Giraudi C., 1992 - *Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del conoide complesso di Valle Majelama (Massiccio del Velino, Abruzzo)*. *Il Quaternario*, 5(1), 33-50.

Frezzotti M. & Narcisi B., 1989 - *Identificazione di un andosuolo, possibile livello guida per la cronostratigrafia olocenica dell'Appennino Centrale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 42, 351-358.

Giraudi C., 1989 - *Datazione con metodi geologici delle scarpate di faglia post-glaciali di Ovindoli-Piano di Pezza (Abruzzo - Italia Centrale): implicazioni*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 42, 29-39.

Giraudi C. (in stampa) - *I laghi effimeri postglaciali del Massiccio de La Meta (Parco Nazionale d'Abruzzo, Italia Centrale): segnalazione e significato paleoclimatico*. *Il Quaternario*, 10(1), 93-100.

Jaurand E., 1994 - *Les heritages glaciaire de l'Apennin*. Thèse pour le Doctorat des Lettres de l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 600 pp.

Servizio Geologico d'Italia, 1942 - *Carta Geologica d'Italia, Foglio n. 146 Sulmona*.

*Ms. ricevuto: 18.10.1996*

*Inviato all'A. per la revisione: 19.3.1997*

*Testo definitivo ricevuto: 16.6.1997*

*Ms received: 18.10.1996*

*Sent to the A. for a revision: 19.3.1997*

*Final text received: 6.6.1997*