

I LAGHI EFFIMERI TARDOPLEISTOCENICI E OLOCENICI DI CAMPO IMPERATORE E DEL MASSICCIO DEL GRAN SASSO D'ITALIA (ABRUZZO - ITALIA CENTRALE)

C. Giraudi

ENEA - C.R. Casaccia, CP 2400, 00100 Roma A.D.

RIASSUNTO - Sul Massiccio del Gran Sasso sono stati rinvenuti sedimenti depositi in vari laghi effimeri databili all'ultimo massimo glaciale, al tardiglaciale e all'Olocene. I sedimenti indicano la presenza di laghi formati all'esterno delle morene frontali (uno di questi ha depositato sedimenti che contengono le date di 22.680 ± 530 e 22.350 ± 300 anni BP), alle spalle delle morene o in depressioni da ghiaccio morto, durante le fasi di ritiro glaciale. La presenza dei laghi testimonia chiaramente un surplus di acqua prodotto sia dalla temperatura ancora bassa, che inibiva parzialmente l'evaporazione, sia dagli apporti dovuti alla fusione delle masse glaciali. Un laghetto presente in Val Venacquaro, per un breve periodo a partire da 11.760 ± 160 anni BP, per le caratteristiche locali e per la composizione dei sedimenti, sembra essersi formato nel corso di una fase umida ma temperata, probabilmente correlabile con l'interstadio Bølling-Allerød. Laghetti si sono formati anche nelle depressioni presenti su accumuli di rock glacier. Il laghetto formatosi attorno a 8035 ± 140 anni BP nella depressione chiusa del rock glacier di Sorgente Fontari daterebbe la scomparsa del permafrost, evidenziando quindi un aumento di temperatura. Per quel che riguarda il resto dell'Olocene, si conoscono attualmente tre fasi di sviluppo di laghi effimeri legate a fattori climatici, la prima databile attorno a 6.000-5.000 anni BP, la seconda e la terza, assai più brevi, sviluppatasi, rispettivamente, a partire da 3790 ± 90 e successivamente ad un suolo datato 3440 ± 65 anni BP. Non si hanno elementi di datazione per i sedimenti del lago effimero di Valle Cortina. Le condizioni climatiche nei tre periodi dell'Olocene nei quali erano presenti i laghi, dovevano favorire un bilancio idrico positivo nelle depressioni chiuse: il bilancio positivo poteva derivare da fattori attualmente non determinabili ma ascrivibili a variazioni nell'entità o nella distribuzione delle precipitazioni, oppure a oscillazioni nella temperatura media annuale. L'inquadramento cronologico dei sedimenti lacustri del Massiccio del Gran Sasso ha permesso di stabilire che essi appaiono coevi con altri sedimenti di laghi effimeri presenti su altri Massicci dell'Italia Centrale.

ABSTRACT - *Late-pleistocene and holocene ephemeral lakes of Campo Imperatore and the Gran Sasso d'Italia Massif (Abruzzo - Central Italy)* - On the Gran Sasso Massif some sediments of several ephemeral lakes have been found, dated to the last glacial maximum, to the late-glacial and to the Holocene. The sediments point out the presence of lakes outside the frontal moraines (in one of these have been deposited sediments dated 22.680 ± 530 and 22.350 ± 300 years BP), behind that moraines or in depression formed by the melting of dead ice during the glacial retreat. The presence of lakes testifies a water surplus, clearly produced by the low temperature, that partially inhibited the evaporation, and by the melting of the glaciers. A small lake appeared in Val Venacquaro, for a short period beginning from 11.760 ± 160 years BP: according to the chemical origin of the sediments, it formed during a humid but mild phase, probably during the Bølling-Allerød interstade. A small lake appeared around 8035 ± 140 years BP in a depression on the debris of the former rock glacier of Sorgente Fontari: the lake point out the melting of the permafrost, and one can infer a temperature increase. During the Olocene, other three phases of development of ephemeral lakes, linked to climatic factors, are known: the first is dated around 6,000-5,000 years BP; the second and third, shorter than the first one, begun at 3790 ± 90 years BP and after the development of a soil dated 3440 ± 65 years BP. The climatic conditions during the three periods of the Olocene in which were present the lakes, had to favor a positive water budget in the depressions. The positive budget could derive from factors as the variations in the amount or in the distribution of the precipitations, or from oscillations in the mean annual temperature. The dating of the lacustrine sediments of the Gran Sasso Massif has allowed to establish that they have the same age of other sediments of ephemeral lakes found on other massif in Central Italy.

Parole chiave: Pleistocene Superiore, Olocene, laghi effimeri, Gran Sasso.
Key words: Upper Pleistocene, Holocene, ephemeral lakes, Gran Sasso Massif

1. INTRODUZIONE

A Campo Imperatore, ma anche in Valle Venacquaro, sul Massiccio del Gran Sasso (Fig. 1), in varie zone si rinvencono sedimenti depositi in laghi effimeri tardo-pleistocenici ed olocenici, in aree ove attualmente non vi sono laghi, nè si verifica scorrimento di acque superficiali.

La presenza di laghi perenni è, in generale, dovuta sostanzialmente al verificarsi di due condizioni:

- esistenza di una depressione chiusa, di qualsiasi origine, che possa essere riempita parzialmente o totalmen-

te da acqua;

- presenza di un apporto d'acqua, qualunque sia la sua provenienza, superiore alle perdite di acqua dal bacino, di qualunque tipo esse siano.

I laghi effimeri sono tali perchè, dopo un periodo di vita non molto lungo, vengono a mancare nei bacini, la prima, la seconda, o entrambe le condizioni necessarie a mantenere il lago. La presenza o la scomparsa dei laghi effimeri sono chiaramente legate alle variazioni delle condizioni ambientali.

A loro volta le condizioni ambientali sono modificate da fattori locali (creazione o eliminazione di sbarramenti, colmamento dei bacini, variazioni del drenaggio

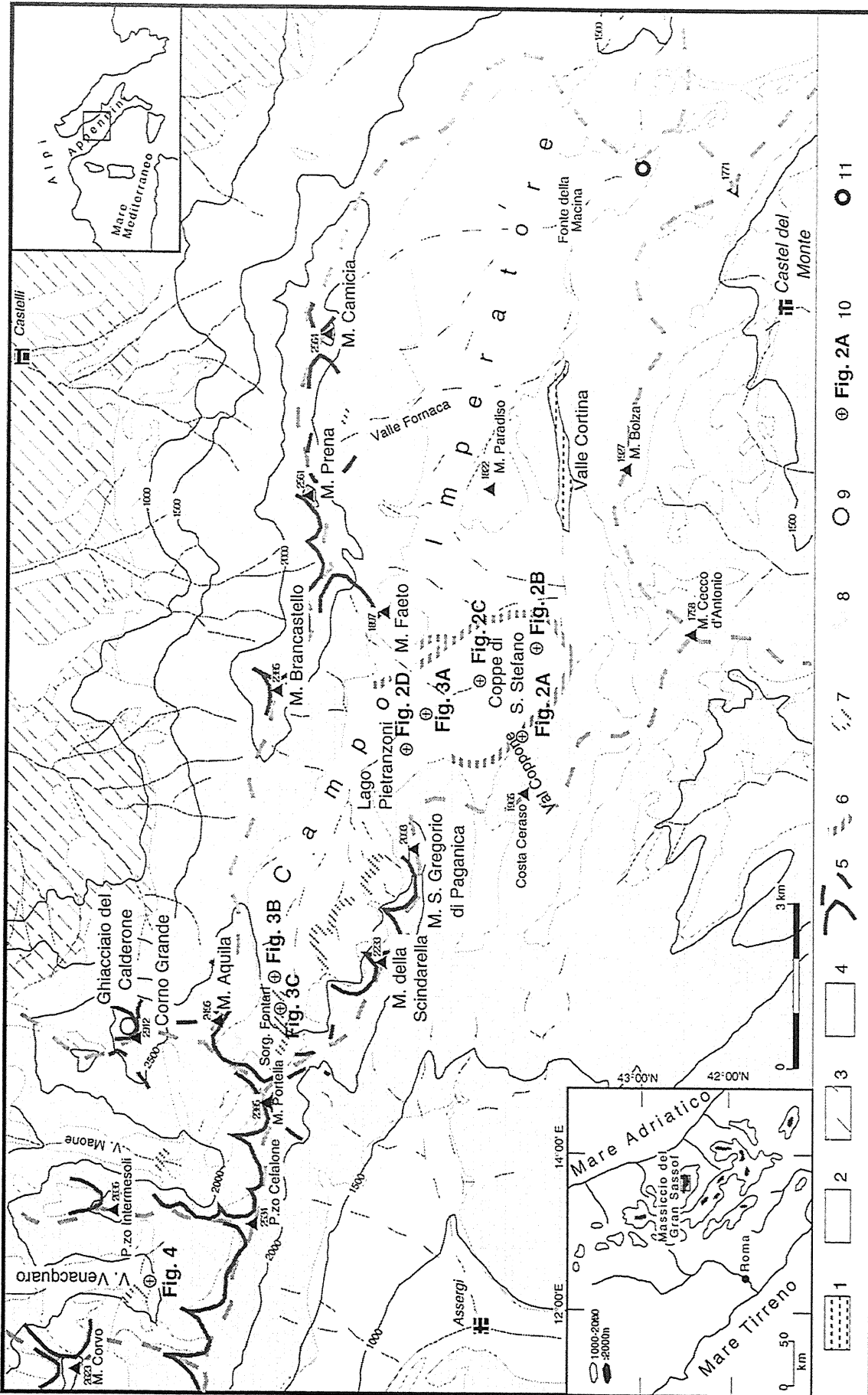


Fig. 1 - Carta geologica schematica della parte del Massiccio del Gran Sasso presa in esame. Legenda: 1-sedimenti lacustri di Valle Cortina; 2-altri sedimenti quaternari; 3-sedimenti terrigeni miocenici e pliocenici; 4-roccie carbonatiche meso-cenozoiche; 5-circhi glaciali; 6-morene terminali dell'ultimo massimo glaciale (Campo Imperatore Stade di Giraudi & Frezzotti, 1997); 7-morene terminali stadiali del Fontari Stade di Giraudi & Frezzotti, 1997; 8-morene di circo del M. Aquila Stade di Giraudi & Frezzotti, 1997; 9-Ghiacciaio del Calderone; 10-ubicazione delle sezioni geologiche e denominazione delle figure che le rappresentano; 11-inghiottitoi carsici.

Geological sketch map of the Gran Sasso Massif. Legend: 1-Valle Cortina lacustrine deposits; 2-other quaternary deposits; 3-Miocene and Pliocene terrigenous deposits; 4-Meso-Cenozoic carbonatic rocks; 5-glacial cirques; 6-terminal moraines of the last maximum advance (Campo Imperatore Stade according to Giraudi & Frezzotti, 1997); 7-fronts of the main moraines of the Fontari Stade according to Giraudi & Frezzotti, 1997; 8-fronts of the main moraines of the M. Aquila Stade according to Giraudi & Frezzotti, 1997; 9-Calderone Glacier; 10-site of stratigraphical sketches and figures; 11-sinkholes in Campo Imperatore.

superficiale o carsico, ecc.) e da fattori non locali, quali le variazioni climatiche.

Il riconoscimento delle cause che hanno prodotto la formazione dei laghi effimeri e la loro scomparsa può quindi aiutare a comprendere se i laghi sono stati prodotti essenzialmente da fattori locali, non locali o da entrambi. Nel caso che i laghi siano stati prodotti da cause non solo locali, la loro caratterizzazione e la datazione dei sedimenti può fornire importanti elementi per la ricostruzione dell'evoluzione paleoclimatica dell'area.

I LAGHI EFFIMERI DI CAMPO IMPERATORE

Campo Imperatore è costituito da un esteso altopiano: ha lunghezza di circa 17 km e larghezza molto variabile, che può arrivare ad un massimo di circa 4 km. La Piana di Campo Imperatore, cioè l'area caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante o leggermente ondulata, è compresa tra le quote di circa 1850 e 1450 m.

L'altopiano può essere considerato di origine tettonica ed è stato classificato come "polije" da Demangeot (1965) essendo un'area di basso strutturale, a drenaggio endoreico, compresa tra rilievi prevalentemente carbonatici.

Attualmente i corsi d'acqua presenti non appaiono attivi, se non per brevi tratti e nel corso di eventi piovosi di intensità eccezionale. L'intero reticolato idrografico confluisce in una depressione chiusa posta all'estremità sud-orientale, ove, ai margini della piana, sono presenti inghiottitoi carsici.

Demangeot (1965) riferisce che secondo una tradizione locale a Campo Imperatore esisteva, tempo fa, un immenso lago.

Attualmente a Campo Imperatore è presente un unico laghetto, il Lago di Pietranzoni, posto alle spalle delle morene di località Coppe di Santo Stefano: il laghetto, di diametro variabile a seconda della stagione e dell'entità delle precipitazioni, occupa una piccola conca di dimensioni prossime ad un ettaro, che ha subito, almeno in parte, azioni antropiche. Non è quindi chiaro se il lago sia naturale o artificiale.

Un laghetto effimero che dura per periodi di alcuni giorni, si forma a volte, dopo eventi piovosi eccezionali o di lunga durata, nella stretta incisione posta sul proseguimento verso Est della Valle Cortina.

Tale valle è sbarrata da un ramo del conoide alimentato dalla Valle Fornaca: per le acque che saltuariamente scorrono ad Ovest di detto conoide non vi è quindi possibilità di deflusso superficiale verso gli inghiottitoi posti nella porzione orientale di Campo Imperatore.

Gli studi geologici e stratigrafici di dettaglio sui sedimenti lacustri, inquadrabili cronologicamente nel Pleistocene superiore e nell'Olocene, presenti nella Piana di Campo Imperatore sono ancora piuttosto scarsi: oltre alle informazioni fornite dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1/100.000, F. 140 - Teramo (Servizio Geologico d'Italia, 1963), dati sintetici sono riportati in Demangeot (1965), Ghisetti & Vezzani (1986).

Nuove indicazioni su sedimenti lacustri tardopleistocenici ed olocenici sono fornite da Ghisetti & Vezzani (1990), Giraudi (1994a) e Jaurand (1994), ma tali lavori non riportano alcuna datazione radiometrica.

Giraudi & Frezzotti (1997) riportano date ^{14}C relati-

ve ad alcuni sedimenti lacustri posti nella porzione occidentale di Campo Imperatore, databili sia al Pleistocene superiore che all'Olocene.

Nel presente lavoro verranno evidenziati, località per località, i sedimenti depositi in ambiente lacustre a partire dall'ultimo massimo glaciale e verranno discusse le cause della comparsa e della scomparsa dei laghi effimeri.

I DEPOSITI LACUSTRI ALLO SBocco DI VAL COPPONE

La Val Coppone è incisa nel versante che limita verso SW la zona di Coppe di Santo Stefano (Fig. 1), e appare sbarrata dalle morene laterali destre facenti parte dell'anfiteatro morenico dell'ultima massima espansione glaciale. La valle termina quindi in una depressione chiusa posta a quota 1657 m, avente una superficie valutabile a circa 0,5 ettari: la morfologia pianeggiante del fondo della conca e la presenza di una forma attribuibile ad un piccolo delta, hanno suggerito la possibile presenza di sedimenti lacustri.

Sul fondo della depressione sono stati eseguiti alcuni sondaggi (Giraudi & Frezzotti, 1997). Di tali sondaggi, il più profondo (poco più di sei metri) ha permesso di attraversare, molto probabilmente, tutti i sedimenti fini che costituiscono il fondo della conca (Fig. 2A). In particolare sono stati incontrati:

- al di sotto del suolo e fino a 1,5 m, limi giallastri di origine colluviale;
- sabbie e limi stratificati costituiti prevalentemente da minerali vulcanici, di origine alluvionale e colluviale, potenti circa 90 cm presenti tra 1,5 e 2,4 m sotto il piano campagna;
- limi argillosi con ciottoli centimetrici, di origine lacustre-deltizia, potenti circa 75 cm, tra 2,4 e 3,15 m sotto il piano campagna;
- limi argillosi lacustri contenenti percentuali di quarzo attorno al 15-20%; le sostanze organiche contenute in un campione di limi argillosi prelevato alla profondità di 5.30-5.50 m sotto il piano campagna hanno fornito un'età di 22.680 ± 530 anni col metodo del ^{14}C (BO-251), mentre le sostanze organiche contenute in un campione prelevato a 3.50-3.70 m hanno fornito un'età di 22.350 ± 300 anni ^{14}C BP (BO-250);
- a fondo foro sono state rinvenute ghiaie sabbiose.

Un altro elemento di datazione può essere tratto dall'esame dei sedimenti: la comparsa, ad un certo punto della serie sedimentaria di un livello particolarmente ricco di minerali vulcanici suggerisce che in corrispondenza di tale livello possa essersi verificata la caduta di un tephra. Tale tephra potrebbe corrispondere a quello del Tufo Giallo Napoletano. Secondo Frezzotti & Narcisi (1996) e Frezzotti & Giraudi (1989) a Campo Imperatore sarebbero stati individuati due suoli sviluppati su tephra: il primo databile a 31.500 ± 500 anni BP, il secondo, un andosuolo, si sarebbe sviluppato sul tephra del Tufo Giallo Napoletano nel corso delle fasi finali del tardiglaciale o nell'Olocene iniziale. Poiché il deposito ricco di minerali vulcanici è successivo a 22.350 ± 300 anni ^{14}C BP, può essere ipotizzata una attribuzione al tephra più recente, databile, secondo Alessio *et al.* (1973) a 12.300 ± 300 anni BP.

Nella depressione presente allo sbocco della Valle

Coppone, quindi, deve essere stato presente un lago a partire da un periodo immediatamente precedente a 22.680 ± 530 anni BP fino al momento dello sviluppo del delta, più antico di 12.000 anni BP. Per essersi formato a causa dello sbarramento della Val Coppone ad opera dei sedimenti fluvioglaciali, del ghiacciaio e poi delle morene, il lago entro il quale si sono depositi i sedimenti può essere definito un lago proglaciale. I sedimenti lacustri datati col metodo del ^{14}C indicano quindi, come evidenziato da Giraudi e Frezzotti (1997), che il ghiacciaio di Campo Imperatore aveva già raggiunto la sua massima espansione in un momento precedente a 22.680 ± 530 anni BP.

I SEDIMENTI LACUSTRI SIN-GLACIALI PRESENTI TRA LE MORENE DI COPPE DI SANTO STEFANO E IL LAGO DI PIETRANZONI

La zona di Coppe di Santo Stefano è costituita da morene deposte dal ghiacciaio nel corso dell'ultimo massimo glaciale (Campo Imperatore Stade di Giraudi & Frezzotti, 1997) e delle prime fasi di ritiro. Una vallecchia taglia la zona in direzione NW-SE (Fig. 1) ed evidenza, in alcune sezioni, sedimenti di origine lacustre legati alle prime fasi di ritiro del ghiacciaio.

Poche centinaia di metri a monte del fronte morenico, in una sezione posta a circa 1600 m di quota, è stata rilevata la presenza di sedimenti lacustri sabbiosi e sabbioso-limosi biancastri e beige, potenti circa 1,5 m; questi appoggiano sui depositi glaciali che formano un piccolo cordone morenico (Fig. 2B). I sedimenti lacustri sono coperti da ghiaie sabbiose piuttosto fini, quindi da ghiaie sabbiose grossolane di origine fluvioglaciale.

Evidentemente il piccolo deposito lacustre deve essersi formato tra il fronte del ghiacciaio ed il piccolo cordone morenico in coincidenza con una fase di lento ritiro glaciale, e prima di una fase di fusione più intensa, che avrebbe prodotto la messa in posto dei sedimenti fluvioglaciali grossolani.

Una situazione analoga è rilevabile circa 1,5 km più a monte, alle spalle di un fronte morenico di ritiro (Piano Pietranzoni di Giraudi & Frezzotti, 1997; età maggiore di 18.840 ± 200 anni BP e inferiore a 21.450 ± 250 anni BP) a circa 1620 di quota.

Un deposito lacustre affiorante per circa 1,5 m, formato da alternanze di limi sabbiosi sciolti e di livelli di 3-5 mm di limi assai cementati, appoggia su depositi glaciali che formano i resti di un cordone morenico. Il sedimento lacustre è coperto a sua volta da ghiaie sabbiose di origine fluvioglaciale (Fig. 2C).

Anche presso il Lago di Pietranzoni, posto a circa 1635 m di quota, sedimenti lacustri limoso-sabbiosi contenenti livelli di limi assai cementati, appoggiano sui depositi glaciali che formano le morene di un ulteriore anfiteatro morenico di ritiro (Lago Pietranzoni di Giraudi & Frezzotti, 1997; età maggiore di 18.840 ± 200 anni BP e inferiore a 21.450 ± 250 anni BP). E' stato possibile osservare, mediante sondaggi a mano, che tali sedimenti sono coperti, verso W, da altri depositi lacustri più grossolani, sabbiosi, quindi da ghiaietto sabbioso e ghiaie sabbiose di origine fluvioglaciale (Fig. 2D). L'insieme di tali depositi costituisce la zona pianeggiante

piuttosto estesa presente a NW del Lago di Pietranzoni.

Il ripetersi della stessa serie sedimentaria alle spalle di tre fronti morenici distinti sembra suggerire che il meccanismo di ritiro del fronte glaciale sia stato analogo nei vari casi: un moderato ritiro con la formazione di laghi proglaciali tra il fronte glaciale e le morene, nei quali si sedimentavano depositi fini, seguito da un più intenso ritiro che produceva la deposizione dei sedimenti fluvioglaciali grossolani.

I DEPOSITI LACUSTRI PRESENTI NELLE DEPRESSIONI INTERMORENICHE DELL'AREA DI COPPE DI SANTO STEFANO

Tra i rilievi morenici che formano tale zona, sono presenti numerosissime depressioni chiuse, prodotte dalla fusione di ghiaccio morto, poste a quote comprese tra 1600 e 1640 m. Entro tali depressioni è stata rilevata, mediante sondaggi a mano, la presenza di colluvi limosi, ma, in alcuni casi, anche di sedimenti sabbioso-limosi, potenti pochi decimetri, depositi in ambiente lacustre. L'età di tali sedimenti non può attualmente essere stabilita in dettaglio, tuttavia in vari casi i sedimenti lacustri appaiono precedenti alla messa in posto di colluvi ricchi di minerali vulcanici: sarebbero quindi databili al periodo compreso tra le prime fasi di ritiro glaciale e la caduta del tephra del Tufo Giallo Napoletano. I sedimenti lacustri potrebbero quindi essersi depositi sia in laghetti prodotti dalla fusione del ghiaccio morto, sia in laghetti formati nel corso di periodi caratterizzati da un bilancio positivo nel rapporto tra precipitazioni ed evaporazione/evapotraspirazione.

I SEDIMENTI LACUSTRI OLOCENICI DELLA PORZIONE SETTENTRIONALE DELLA VALLECCHIA CHE TAGLIA LA ZONA LAGO DI PIETRANZONI-COPPE DI SANTO STEFANO

Una serie di affioramenti presenti sul fondo della porzione settentrionale della vallecchia che taglia la zona Lago di Pietranzoni-Coppe di Santo Stefano evidenzia la presenza di sedimenti lacustri tra 1620 e 1630 m di quota. Tali sedimenti lacustri terminano, verso SE, nella località ove il conoide alluvionale proveniente dai M. Brancastello e Faeto confluisce nella vallecchia, e appoggiano su sedimenti alluvionali dello stesso conoide. Evidentemente le alluvioni del conoide hanno sbarrato la vallecchia. A causa dello sbarramento, quando le condizioni climatiche sono divenute favorevoli, si è quindi formato un lago, esteso per almeno 0,5 km verso NW, che è perdurato fino al momento in cui la soglia è stata erosa.

In un affioramento è stata rilevata la presenza di (Fig. 3A):

- ghiaie arrotondate in matrice sabbiosa di origine fluvioglaciale che costituiscono la base della serie;
- paleosuolo limoso, con ciottoli, potente 30-50 cm; una datazione effettuata sulle sostanze organiche presenti in un campione prelevato nella parte alta del suolo ha fornito un'età di 12.100 ± 100 anni BP col metodo del ^{14}C (BO 232);
- limi carbonatici varvati, lacustri, potenti circa 30 cm,

che appoggiano su una superficie leggermente ondulata, probabilmente una superficie di erosione; un campione prelevato verso la base di tali depositi ha indicato un'età di 6090 ± 70 anni BP col metodo del ^{14}C (BO 237);
 - limi sabbiosi carbonatici, lacustri, a luoghi finemente

stratificati, potenti circa 1,5 m; le sostanze organiche presenti al tetto di tali sedimenti hanno indicato un'età di 5640 ± 60 anni BP col metodo del ^{14}C (BO 233);
 - limi sabbiosi carbonatici, lacustri, non stratificati potenti 1,5 m, al tetto dei quali è presente una superficie di ero-

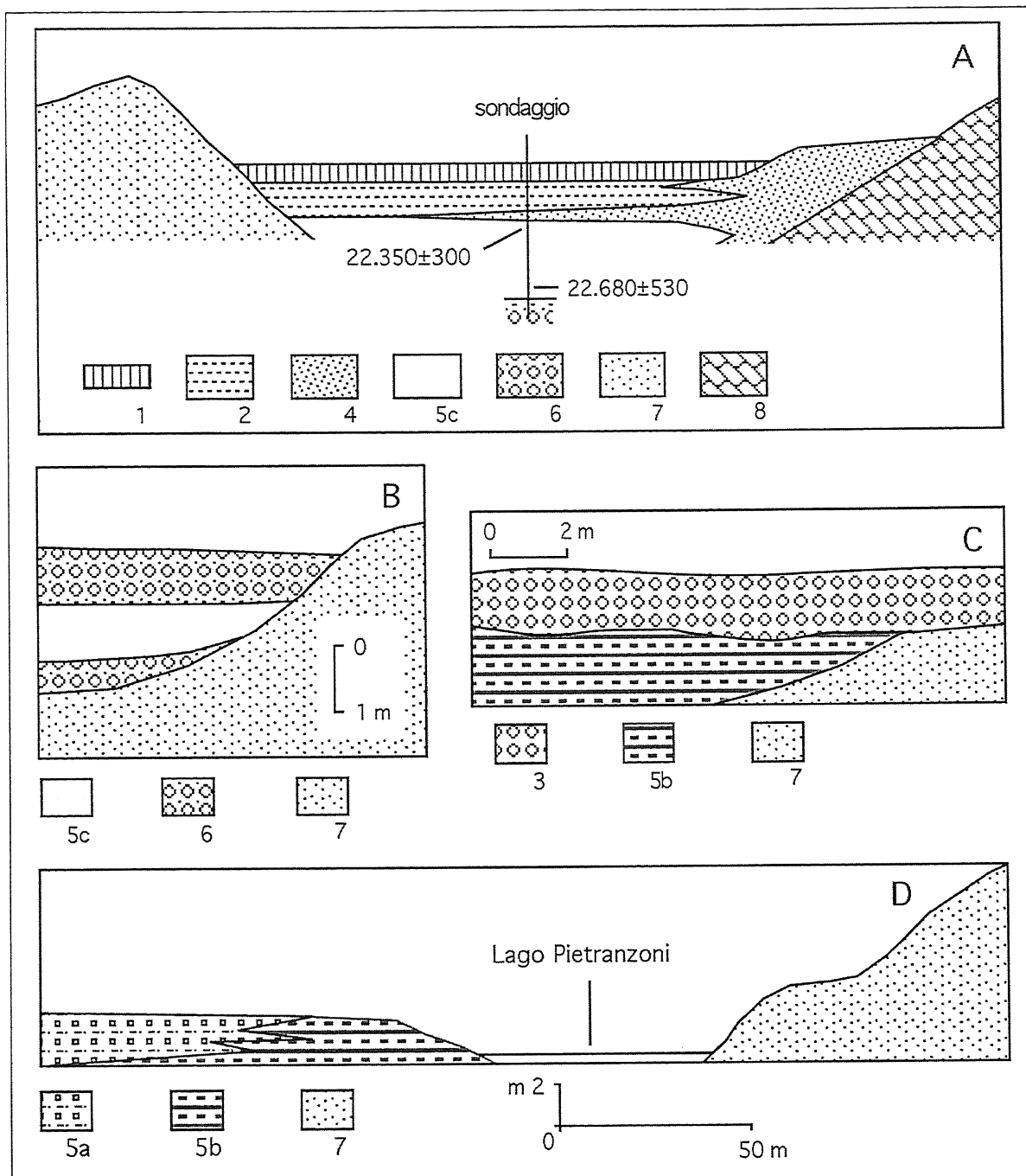


Fig. 2 - Sezioni geologiche schematiche che evidenziano la presenza e l'età dei sedimenti lacustri databili all'ultimo massimo glaciale ed alle prime fasi di ritiro glaciale.

Legenda: 1 - suolo; 2- limo alluvionale e colluviale della Val Coppone; 3- ghiaia sabbiosa alluvionale; 4- sabbia ghiaiosa deltizia; 5a- sabbia ghiaiosa lacustre proglaciale; 5b- limo, con livelli cementati, lacustre proglaciale; 5c- limo lacustre proglaciale; 6- depositi fluvio-glaciali; 7- detrito glaciale che forma i cordoni morenici; 8- substrato carbonatico.

Stratigraphic sketches across lacustrine sediments dated to the last glacial maximum and his retreat phases.

Legend: 1- soil; 2- Val Coppone alluvial and colluvial silt; 3- alluvial sandy gravel; 4- deltaic gravelly sand; 5a- lacustrine proglacial gravelly sand; 5b- proglacial lacustrine silt with cemented horizons; 5c- lacustrine proglacial silt; 6- outwash deposits; 7- glacial debris; 8- carbonatic bedrock.

sione.

Il lago deve essersi quindi formato, a partire da circa 6090 ± 70 anni BP ed essere durato fino ad un momento non meglio precisabile successivo a 5640 ± 60 anni BP.

I SEDIMENTI LACUSTRI DELLA DEPRESSIONE CHIUSA DEL ROCK GLACIER DI SORG.TE FONTARI

Il rock glacier inattivo presente presso Sorg.te Fontari è stato segnalato da Dramis e Kotarba (1994) e viene attribuito dagli Autori al tardiglaciale. In una depressione chiusa, presente sul corpo di tale rock glacier alla quota di circa 1910 m, avente una superficie di poche decine di metri quadrati, è stato eseguito uno scavo (Fig. 3B). Questo ha permesso di evidenziare la seguente serie stratigrafica (Giraudi & Frezzotti, 1997):

- ciottoli medio grossolani analoghi a quelli che costituiscono il corpo del rock glacier;
- argilla limosa lacustre potente 30-50 cm; le sostanze

organiche contenute in un campione prelevato alla base di tale livello hanno fornito un'età di 8035 ± 140 anni BP col metodo del ^{14}C ;

- limi sabbiosi calcarei varvati, potenti 25-30 cm che appoggiano su una leggera superficie di erosione presente al tetto dei depositi precedenti; le sostanze organiche contenute in un campione prelevato alla base di tale livello hanno fornito un'età di 3740 ± 90 anni BP col metodo del ^{14}C ;
- limi di origine colluviale potenti 20-25 cm;
- limi sabbiosi varvati potenti circa 10 cm, in parte pedogenizzati;
- suolo limoso potente 30-40 cm.

Il deposito lacustre più antico appare molto diverso, per granulometria e per caratteri sedimentari, dai due livelli successivi: l'analisi diffrattometrica effettuata su un campione di tale deposito (Giraudi & Anselmi, in prep.) ha mostrato che la componente carbonatica del deposito è costituita completamente da dolomite, mentre i sedimenti successivi sono risultati costituiti da abbondante carbonato di calcio.

Nella depressione suddetta, si è formato a varie riprese un piccolo laghetto. La formazione della depressione deve risalire al momento della fusione del ghiac-

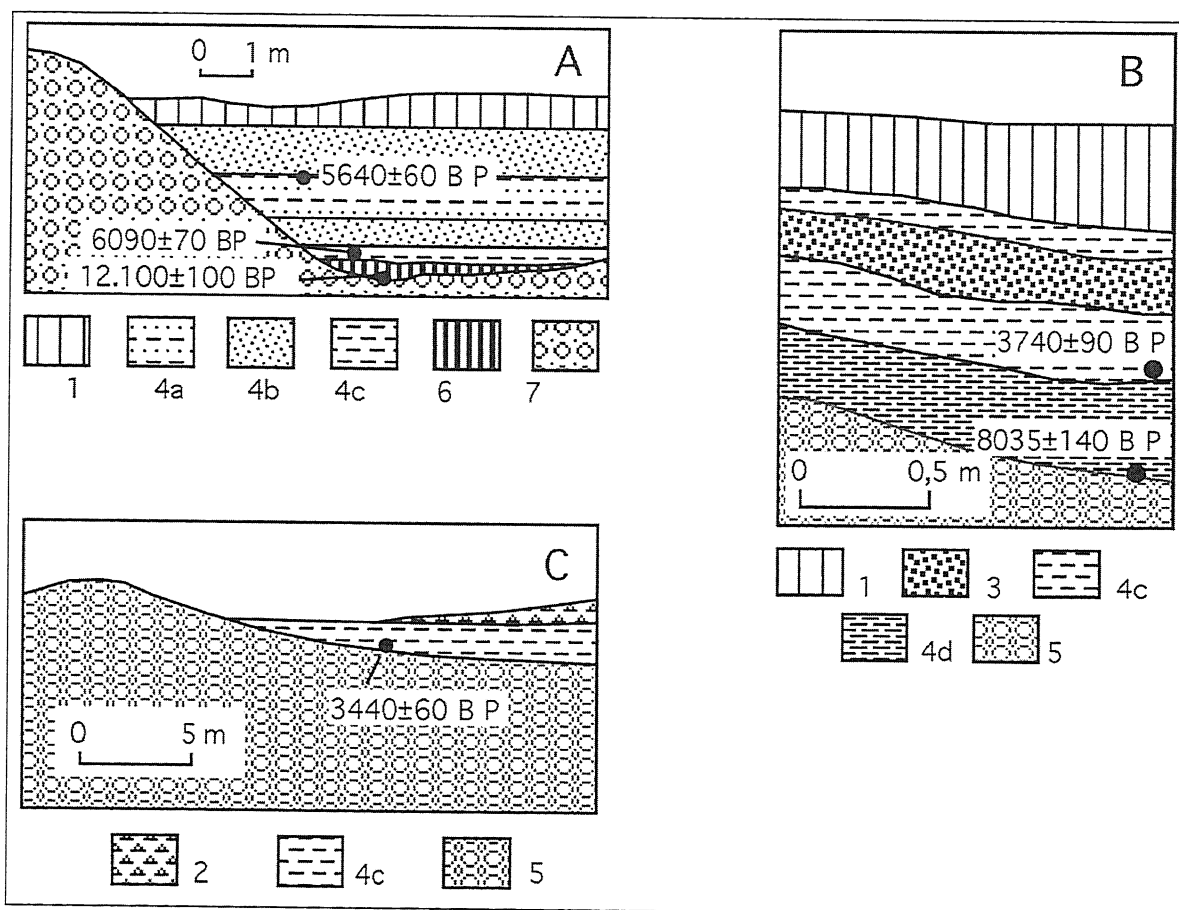


Fig. 3 - Sezioni geologiche schematiche che evidenziano la presenza e l'età dei sedimenti lacustri databili all'Olocene.

Legenda: 1- Suolo; 2-detrito di falda; 3-colluvio limoso; 4a-limo lacustre; 4b-limo-sabbioso lacustre; 4c-limo lacustre laminato; 4d-limo argilloso lacustre; 5-detrito che costituisce l'accumulo di rock glacier; 6-suolo sepolto; 7-ghiaia sabbiosa fluvioglaciale.

Stratigraphic sketches across lacustrine sediments dated to the Holocene

Legend: 1- soil; 2- scree; 3- colluvial silt; 4a- lacustrine silt; 4b- lacustrine silty clay; 4c- varved silt; 4d- lacustrine silty clay; 5- debris of former rock glacier; 6- paleosol; 7- fluvioglacial sandy gravel.

cio interstiziale presente tra il detrito, quindi al momento della scomparsa del permafrost.

Il primo laghetto può essersi formato in due modi:

- per accumulo sul fondo della depressione chiusa dell'acqua di fusione del ghiaccio del permafrost;
- per il ristagno delle acque di precipitazione in un momento climaticamente favorevole.

La diversa composizione chimica e granulometrica dei sedimenti più antichi rispetto ai più recenti, anche in presenza di un bacino che non ha subito modifiche evidenti dopo la scomparsa del permafrost, potrebbe corroborare l'ipotesi che il primo laghetto si sia formato con le acque di fusione del ghiaccio del permafrost. Il ghiaccio deve essere scomparso, e quindi l'attività del rock glacier deve essere cessata, attorno a circa 8000 anni BP.

Sono in corso studi più approfonditi per verificare le cause della deposizione della dolomia nei sedimenti più antichi: attualmente l'unica spiegazione della diversa composizione dei sedimenti lacustri risiede nella variazione delle condizioni ambientali.

I SEDIMENTI LACUSTRI DELLA DEPRESSIONE CHIUSA DEL ROCK GLACIER DI FONTARI-VERSANTE SUD DI M. AQUILA

In una depressione posta a circa 1930 m di quota, a monte del fronte di un ulteriore rock glacier presente in località Fontari, alla base del versante Sud del M. Aquila (Giraudi & Frezzotti, 1997) sono stati eseguiti sondaggi a mano. Tali sondaggi hanno evidenziato la presenza di depositi lacustri che appoggiano su un sottile suolo che copre detrito, non attraversato dai sondaggi (Fig. 3C).

I sedimenti lacustri sono formati alla base da limi sabbiosi finemente stratificati quindi da sabbie limose biancastre mal stratificate. Le sostanze organiche contenute in un campione prelevato nel suolo presente alla base del lacustre hanno fornito un'età di 3440 ± 65 anni BP col metodo del ^{14}C -AMS (Ua-10985).

I SEDIMENTI LACUSTRI DI VALLE CORTINA

A partire da una zona posta poco ad Est dello sbocco della vallecchia che taglia le morene di Coppe di Santo Stefano, fino allo sbocco nella Valle Cortina del conoide proveniente dalla Valle Fornaca (Fig. 1), circa 4 km più a Est, esiste un'area depressa piuttosto piatta, impostata al tetto di sedimenti limoso-sabbiosi biancastri e beige. Tali sedimenti sono stati interpretati come sedimenti lacustri dagli Autori precedenti (Servizio Geologico d'Italia, 1963; Demangeot, 1965; Jaurand, 1994; Giraudi, 1994a). In realtà l'esecuzione di sondaggi a mano ha permesso di stabilire che si tratta di sedimenti di varia origine. Nella parte occidentale, più vicina allo sbocco della vallecchia che taglia le morene di Coppe di Santo Stefano, a partire da quota 1570 m circa, i sedimenti sono prevalentemente sabbiosi di origine alluvionale. Essi si correlano con alluvioni successive alla sedimentazione del lacustre datato 5640 ± 60 anni BP nella stessa vallecchia ed a depositi di conoide molto recenti sui quali sono presenti suoli ancora assai poco sviluppati. Non possono esservi sedimenti di origi-

ne lacustre di questa età a tali quote, in quanto non c'erano soglie lacustri tanto alte.

Nella porzione orientale, al di sotto di circa 1545 m, sono presenti sedimenti sabbiosi-limosi lacustri. Il lago, lungo circa 2 km e piuttosto stretto, entro al quale si sono depositi i sedimenti, deve essere stato prodotto, secondo tutte le evidenze, dallo sbarramento della Valle Cortina ad opera del conoide alimentato dalla Valle Fornaca.

Non vi sono molti elementi per la datazione del tetto dei sedimenti lacustri, tuttavia appare evidente che essi sono eteropici con le alluvioni presenti a monte. La fine della sedimentazione lacustre deve essere quindi sensibilmente successiva alla sedimentazione del lacustre datato 5640 ± 60 anni BP nella vallecchia che taglia le morene di Coppe di Santo Stefano.

La fine della sedimentazione dei depositi lacustri appare quindi databile alla seconda metà dell'Olocene, ed è possibile, visti i rapporti con i depositi poco o nulla pedogenizzati della conoide che sbarrava la Valle Cortina, anche un'età storica. E' probabilmente questo "l'immenso lago" che sarebbe esistito a Campo Imperatore secondo la tradizione popolare riportata da Demangeot (1965).

La porzione di Valle Cortina più prossima alla confluenza del conoide proveniente da Valle Fornaca, viene allagata anche attualmente in occasione di eventi meteorologici eccezionali o di periodi piovosi di durata prolungata.

I SEDIMENTI LACUSTRI DELL'ALTA VALLE VENAQUARO

Nell'alta Valle Venacquaro (Fig.1), sul versante Nord del Gran Sasso, circa tre km a W della testata di Campo Imperatore, uno scavo (Giraudi e Frezzotti, 1995) ha evidenziato la presenza di un deposito lacustre a circa 1930 m di quota, in una depressione di circa 1 ettaro posta alle spalle di morene delle fasi di ritiro dell'ultimo massimo glaciale. La depressione appare attualmente sbarrata da una scarpata di faglia successiva al deposito lacustre. La faglia ha agito anche in tempi precedenti a detto deposito ed è probabile che sia responsabile anche dello sbarramento parziale (Giraudi & Frezzotti, 1995) della depressione entro la quale si è sviluppato il lago.

Nella depressione attualmente può verificarsi solo un piccolo ristagno d'acqua al momento dello scioglimento delle nevi.

Il deposito (Fig. 4) è costituito da limi e sabbie calcaree. I resti vegetali contenuti nella porzione basale dei sedimenti, datati col metodo del ^{14}C , hanno fornito un'età di 11.760 ± 160 anni BP. La presenza, tra i sedimenti lacustri, di una elevata componente di granuli calcarei formati per deposizione chimica, indica che attorno ad 11.760 ± 160 anni BP la situazione climatica era caratterizzata da temperature estive sufficientemente alte da produrre intensa evaporazione da specchi d'acqua posti a quote vicine ai 2000 m.

Nonostante il permanere della depressione, i sedimenti posteriori a quelli lacustri mostrano di essere costituiti essenzialmente da alluvioni fini e da colluvi che contengono alla base la data di 6110 ± 180 anni ^{14}C .

I LAGHI EFFIMERI, TESTIMONIANZA DI VARIAZIONI AMBIENTALI DEL PASSATO

La mancanza di laghetti di origine sicuramente naturale al giorno d'oggi, anche in presenza di piccole depressioni chiuse già occupate da laghetti effimeri, evidenza chiaramente, insieme a tanti altri elementi morfologici e stratigrafici, che le condizioni ambientali attuali sono ben diverse sia da quelle verificatesi nel corso degli ultimi 20-30.000 anni, sia da quelle di varie fasi dell'Olocene.

Attualmente le precipitazioni, sulla porzione del Massiccio del Gran Sasso presa in considerazione, variano da circa 1300 mm/anno della zona del Corno Grande, fino a 900 mm/anno della zona meridionale di Campo Imperatore (Boni *et al.*, 1986).

Come evidenziato nell'introduzione, i laghi possono estinguersi per cambiamenti ambientali legati a fenomeni locali o a causa di variazioni climatiche prodotte da variazioni di fattori non locali. In particolare, dove le condizioni locali non sono mutate sensibilmente dal momento della formazione dei laghi effimeri, si può ritenere che l'attuale assenza di laghi sia da imputare a variazioni climatiche, mentre dove sono mutate le condizioni locali occorre esaminare la situazione con maggiore dettaglio.

La scomparsa di alcuni laghi effimeri segnalati in precedenza può essere sicuramente attribuita a variazioni ambientali locali.

Le depressioni chiuse entro alle quali si sono depositi i sedimenti lacustri sin-glaciali presenti tra le morene lungo la vallecchia che taglia la zona di Coppe di Santo Stefano, sono state incise fin dalla fase di più forte ritiro glaciale. La formazione dei bacini e poi la loro erosione è stata condizionata da variazioni ambientali locali e i laghi non possono attualmente riformarsi nelle stesse zone.

Il lago entro il quale si sono depositi i sedimenti datati attorno a 6000-5000 anni fa nella porzione settentrionale della stessa vallecchia, si è formato a causa di un conoide che ha sbarrato l'incisione, producendo una soglia. La soglia è poi stata successivamente erosa e sono cessate le condizioni per il ripetersi di condizioni lacustri. Anche in questo caso si tratta essenzialmente di cause locali sia per lo sbarramento che per l'incisione e non può attualmente formarsi un lago nella stessa zona.

Il laghetto effimero che ha depositato i sedimenti lacustri nella depressione chiusa del rock glacier superiore di Fontari-versante del M. Aquila, non potrebbe riformarsi attualmente, poiché la soglia è stata fortemente incisa da un breve corso d'acqua.

Per i casi appena descritti è possibile perciò invocare, per l'assenza attuale di laghi effimeri, una serie di eventi locali che hanno modificato la morfologia.

Tuttavia, le variazioni locali sono state condizionate anche da fattori non locali, essenzialmente climatici: il ritiro dei ghiacciai, la formazione di conoidi alluvionali e le erosioni fluviali.

Come risulta ben evidente al giorno d'oggi, la sola presenza di una depressione chiusa non è sufficiente per la formazione di un lago: debbono esserci le condizioni climatico-ambientali favorevoli, tali da provocare

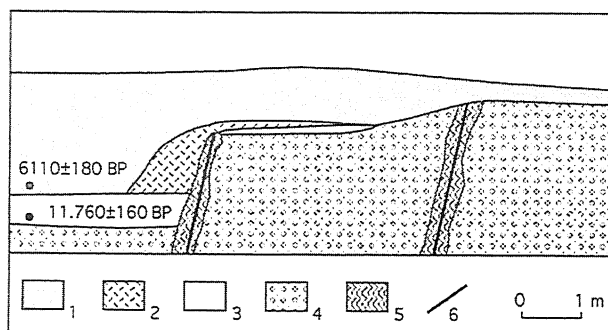


Fig. 4 - Sezione geologica schematica che evidenzia i sedimenti lacustri dell'alta Valle Venacquaro.

Legenda: 1-limo alluvionale e colluviale; 2-limo colluviale con ghiaia; 3-limo sabbioso lacustre; 4-ghiaia sabbiosa fluvio-glaciale; 5-ghiaia e limo rimescolati e doformati dal movimento della faglia; 6-faglia.

Geological sketch through the sediments in the Venaquaro Valley.

Legend; 1- alluvial and colluvial silt; 2- colluvial gravelly silt; 3- lacustrine sandy silt; 4- fluvio-glacial sandy gravel; 5- gravel and silt deformed by the fault; 6- fault.

un bilancio positivo tra le acque in ingresso (per le precipitazioni e per gli apporti superficiali e profondi, ecc.) e in uscita (per permeabilità, per sfioramento e per evaporazione, ecc.). Quindi per formare i laghetti, indipendentemente dalle cause che hanno originato le depressioni chiuse, devono essersi verificate condizioni climatiche favorevoli. E' possibile che in alcuni casi sia trascorso un certo lasso di tempo tra la formazione delle depressioni chiuse e lo sviluppo dei laghi.

I laghi proglaciali, quelli formati alle spalle delle cerchie moreniche frontali durante le fasi di ritiro glaciale o in depressioni da ghiaccio morto, testimoniano chiaramente un surplus di acqua prodotto sia dalla temperatura ancora bassa che inibiva parzialmente l'evaporazione, sia dagli apporti dovuti allo scioglimento delle masse glaciali.

Al contrario, il formarsi di un laghetto in Val Venacquaro, per un breve periodo a partire da 11.760±160 anni BP, per le caratteristiche locali e per la composizione dei sedimenti, sembra essere dovuto ad una fase umida ma temperata, probabilmente correlabile con l'interstadio Bølling-Allerød.

Il laghetto formatosi attorno a 8035±140 anni BP nella depressione chiusa del rock glacier di Sorgente Fontari, e riformatosi attorno a 3740±90 e poi in una fase successiva non datata, mostra interessanti elementi per l'interpretazione climatico-ambientale. La prima fase lacustre daterebbe la scomparsa del permafrost nel rock glacier di Sorgente Fontari, evidenziando quindi un aumento di temperatura, le due fasi successive indicherebbero fasi di surplus di acqua nei bacini chiusi.

Per quel che riguarda l'Olocene in tutta l'area di Campo Imperatore, si conoscono attualmente tre fasi di sviluppo di laghi effimeri legate a fattori climatici, la prima databile attorno a 6.000-5.000 anni BP, la seconda e la terza, assai più brevi, sviluppatasi, rispettivamente, a partire da 3740±90 e successivamente ad un suolo datato 3440±65 anni BP.

Le condizioni climatiche nei tre periodi suddetti dovevano favorire un bilancio idrico positivo nelle depressioni chiuse: il bilancio positivo, in presenza di

condizioni morfologiche immutate, poteva derivare da fattori attualmente non determinabili ma ascrivibili a variazioni nell'entità o nella distribuzione delle precipitazioni oppure a oscillazioni nella temperatura media annuale.

In varie località dell'Appennino Centrale, a quote sempre superiori a 1400 m, in prossimità di aree glaciali o alle spalle delle morene dell'ultimo massimo glaciale e delle sue fasi di ritiro, erano presenti (Frezzotti & Giraudi, 1989; Giraudi, 1997a, 1997b, in stampa, b) molti laghetti, in seguito scomparsi (Piano di Aremogna sul M. Greco, Piani di Pezza e Campo Felice sul M. Velino, alcune valli dei Massicci della Meta e del Terminillo). La presenza quindi di bilanci idrologici positivi, dovuti alle basse temperature dei periodi nei quali furono presenti i ghiacciai, appare a questo punto un dato generalizzabile a tutto l'Appennino Centrale. Infatti anche nel Lago del Fucino, che aveva dimensioni molto maggiori (superficie stimabile ad almeno 200 km² nel corso dell'ultimo massimo glaciale; Giraudi, 1994b; in stampa a) e si trovava a quote decisamente più basse (circa 700 m s.l.m.) ed a maggiore distanza dai fronti glaciali, si verificò nello stesso periodo un forte aumento di livello dell'acqua.

Il paragone tra i periodi di formazione di laghi effimeri al Gran Sasso ed ai Piani di Pezza (Massiccio del Velino), posti a circa 30 km di distanza e ad una quota di circa 1450 m s.l.m., mostra una buona coincidenza cronologica. Ai Piani di Pezza (Giraudi, 1997b) si ebbe la formazione di un lago (o, come ipotesi non dimostrabile, la espansione di un piccolo lago preesistente) oltre che nel corso dell'ultimo massimo glaciale, anche a partire da 6090±80 e 5790±70 anni BP fino ad un periodo precedente a 3240±65 anni BP, nonché in un periodo successivo a 3175±65 anni BP. Il lago dei Piani di Pezza sopravvisse o si riformò fino in epoca successiva a 1575±65 BP, ma attualmente è estinto. E' possibile, visto la correlazione tra la formazione dei laghi effimeri di Campo Imperatore e dei Piani di Pezza, che il lago di Valle Cortina sia sopravvissuto o si sia riformato anche in periodo storico, se non fino a pochi secoli prima del presente.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i colleghi del Laboratorio ¹⁴C dell'ENEA di Bologna-Montecuccolino per le datazioni effettuate.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alessio M., Bella F., Improta S., Cortesi C. & Turi B. (1973) - *University of Rome carbon -14 dates XII*. Radiocarbon, **15**, 165-178.
- Boni C., Bono P. & Capelli G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia Centrale*. Mem. Soc. geol. It., **35**, 991-1012.
- Demangeot J. (1965) - *Géomorphologie des Abruzzes adriatiques*. Mem. et Doc., C.N.R.S., 403 pp.
- Dramis F. and Kotarba A. (1994) - *Geomorphological evidences of high mountain permafrost in Central Apennine*. Geografia Fisica Dinamica Quaternaria, **17**, 29-36.
- Frezzotti M. & Giraudi C. (1989) - *Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del Piano di Aremogna (Roccaraso - Abruzzo): implicazioni climatiche e tettoniche*. Mem. Soc. Geol. It., **42**, 5-19.
- Frezzotti M. and Narcisi B. (1996) - *Late Quaternary tephra-derived paleosols in Central Italy's carbonate Apennine range: stratigraphical and paleoclimatological implications*. Quaternary International **34-36**, 147-153.
- Giraudi C. (1994a) - *Elementi di geologia del Quaternario della Piana di Campo Imperatore (Massiccio del Gran Sasso - Italia Centrale)*. Atti Tic. Scienze Terra, **2**, 137-143.
- Giraudi C. (1994b) - *Origine ed evoluzione geologica recente del Bacino del Fucino*. In "Sulle rive della memoria - Il lago Fucino ed il suo emissario". **14-34**. CARSA Edizioni, Pescara.
- Giraudi C. (1997a) - *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.
- Giraudi C. (1997b) - *Le oscillazioni tardo-pleistoceniche ed oloceniche del lago effimero del Piano di Pezza (Abruzzo - Italia Centrale)*. Il Quaternario, **10**(2), 191-200.
- Giraudi C. (in stampa-a) - *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. Gustav Fisher Verlag Ed.
- Giraudi C. (in stampa-b) - *Il glacialismo tardo-pleistocenico del Massiccio del Terminillo (Lazio - Appennino Centrale)*. Il Quaternario.
- Giraudi C. and Frezzotti M. (1995) - *Palaeoseismicity in the Gran Sasso Massif (Abruzzo, Central Italy)*. Quaternary International **25**, 81-93.
- Giraudi C. and Frezzotti M. (1997) - *Late Pleistocene glacial events in the Central Apennines, Italy*. Quaternary Research.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1986) - *Carta geologica del Gruppo M. Siella - M. Camicia - M. Prena - M. Brancastello (Gran Sasso d'Italia, Abruzzo) - Caratteri stratigrafici e strutturali del settore orientale della catena del Gran Sasso*. Fotocomposizione SELCA, Firenze.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1990) - *Carta geologica del Gran Sasso d'Italia (da Vado di Corno al Passo delle Capannelle)*. Cartografia SELCA, Firenze.
- Jaurand E. (1994) - *Les heritages glaciaire de l'Apennin*. Thèse pour le Doctorat dès Lettres de l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne. 600 pp.
- Servizio Geologico d'Italia (1963) - *Carta geologica d'Italia a scala 1:100.000, F. 140, Teramo*, II edizione.

Ms: ricevuto il: 10 febbraio 1998
Testo definitivo ricevuto il: 23 novembre 1998

Ms received: February 10, 1998
Final text received: November 23, 1998