

IL PLEISTOCENE INFERIORE NELL'AREA NURSINA

INDICE

RIASSUNTO	pag.	55
ABSTRACT	"	55
INTRODUZIONE	"	56
CARATTERI GEOLOGICO STRUTTURALI LE PRIME TRACCE DELL'EVOLUZIONE DEL RILIEVO IN AMBIENTE CONTINEN- TALE - LA "PALEOSUPERFICIE"	"	56
LA SUCCESSIONE SEDIMENTARIA DEL PLEISTOCENE INFERIORE	"	57
I sedimenti alluvionali a spigoli subangolosi - Unità 1	"	57
Il terrazzo superiore del conoide di Patino - - Unità 2	"	59
I depositi lacustri - Unità 3	"	61
IL SOLLEVAMENTO TRA IL PLEISTOCENE INFERIORE E MEDIO - UNITA' 4	"	62
EVOLUZIONE DEL RETICOLO DI DRE- NAGGIO	"	63
EVOLUZIONE TETTONICA E GEOMOR- FOLOGICA	"	63
BIBLIOGRAFIA	"	64

RIASSUNTO

Indagini recenti hanno consentito di delineare l'evoluzione geomorfologica dell'area nursina durante il Pleistocene inferiore.

A partire dalla sua emersione, completata con la fase parossistica compressiva del Messiniano-Pliocene inferiore *p.p.*, la zona è stata soggetta a processi di erosione areale generalizzata che, in condizioni di relativa quiete tettonica ed in assenza di un tasso di sollevamento elevato, hanno condotto al modellamento di una superficie a modesta energia di rilievo.

Questa superficie è stata successivamente dislocata dalla tettonica distensiva, che ha dato origine, tra l'altro, alle depressioni intrappenniniche di Norcia, Cascia e Castelluccio.

Alla base della successione sedimentaria che si è deposita nella conca di Norcia sono presenti breccie cementate ad elementi calcarei subangolosi, disposti in strati suborizzontali e con potenza complessiva fino a diverse decine di metri. Le caratteristiche sedimentologiche di questi materiali consentono di attribuirne la messa in posto a processi che agivano, in condizioni di clima arido, sui primi dislivelli prodotti dalla tettonica distensiva.

In discordanza sulle breccie cementate, si rinvennero alluvioni ghiaiose con intercalati limi lacustri e livelli di *tephra* datati 0,98 m.a. B.P., che risultano correlabili con sedimenti palustri affioranti nei dintorni dell'abitato di Norcia alla sommità di una successione lacustre incontrata in numerosi sondaggi.

La sequenza ricostruita, pur mancando un sicuro riferimento sullo spessore dei sedimenti lacustri che indagini geofisiche indicano di qualche centinaio di metri, testimonia che per un lungo periodo del Pleistocene inferiore e medio l'attuale conca di Norcia è stata una depressione chiusa.

(*)Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Camerino.

Depositi alluvionali in *facies* di conoide ricoprono in discordanza la successione argilloso-sabbiosa. Si può presumere che la sedimentazione lacustre si sia interrotta quando, per effetto del rapido sollevamento verificatosi a partire dalla fine del Pleistocene inferiore, l'erosione regressiva risalente dalla valle del Nera ha portato all'incisione di una soglia posta nell'attuale valle del fiume Corno. In conseguenza di tale evento il fiume da immissario del lago di Norcia, subendo una diversione, ne è divenuto emissario, causando lo svuotamento del lago e in qualche misura l'erosione dei depositi lacustri.

La successiva evoluzione ha determinato la formazione di terrazzi climatici, riconoscibili nelle valli dei fiumi Corno e Sordo, e di detriti stratificati di versante ad essi eteropici.

I depositi del Pleistocene inferiore e medio sono fortemente dislocati (fino a diverse centinaia di metri) dalla faglia che delimita ad est la conca di Norcia. L'attuale attività di questa faglia è dimostrata dai violenti terremoti che ricorrono nell'area Nursina, l'ultimo dei quali (1979) è stato caratterizzato da una risoluzione del meccanismo focale congruente con il suo andamento.

ABSTRACT

Recent investigations allowed to outline the geomorphological evolution of the Norcia area during lower Pleistocene.

The area starting from its emersion, which ended with the paroxysmal compressional phase of Messinian - lower Pliocene *p.p.*, was affected by generalized phenomena of areal erosion. Those latter, in conditions of relative tectonic stillness and in absence of a high uplift rate, brought to the modelling of a low relief surface.

Successively, this surface has been dislocated by extensional tectonics which gave origin, among others, to the tectonic depressions of Norcia, Cascia and Castelluccio.

At the base of the sedimentary succession deposited in the Norcia depression, cemented breccias are present made up by calcareous subangular elements arranged in nearly horizontal layers and having an overall thickness up to some tens of metres. Sedimentological features of these materials allow to attribute their emplacing to processes which acted in arid conditions on the first steps produced by extensional tectonics.

In discordance on the above breccias, gravelly alluvial deposit with intercalated lacustrine silts and tephra levels dated 0,98 My B.P. are present. It is possible to correlate these latter with the marsh sediments outcropping in the neighbouring of Norcia, at the top of a lacustrine succession found in several boreholes.

The reconstructed sequence, notwithstanding the lack of certain references on the thickness of lacustrine sediments that geophysical investigations evaluate around some hundreds metres, testifies that for a long period during lower and middle Pleistocene the Norcia depression was a closed hollow.

Fan facies alluvial deposits cover in discordance the clayey-sandy succession. It is possible to hypothesize that the lacustrine deposition stopped when as a result of the fast uplift occurred starting from the end of lower Pleistocene, regressive erosion ascending from the Nera valley brought to the incision of a cut in the present Corno valley. As a consequence of this event the river, formerly tributary of the Norcia lake, undergoing a diversion became an effluent, thus

causing its depletion and, to some extent, the erosion of the lacustrine deposits.

The following evolution determined the emplacing of climatic terraces, present in the Corno and Sordo valleys, and of eotopic stratified slope-waste deposits.

Lower and middle Pleistocene deposits are strongly displaced (up to some hundreds of metres) by the fault bordering to the East the Norcia depression.

Present-day activity of this fault is demonstrated by the strong earthquakes recurring in the area. The last event (1979) has been characterized by a focal mechanism congruent with the trend of the fault.

PAROLE CHIAVE: Geomorfologia, Depressioni tettoniche intermontane, Appennino, Evoluzione quaternaria, Neotettonica.

KEY WORDS: Geomorphology, Intermontane tectonic depressions, Apennine, Quaternary evolution, Neotectonics.

INTRODUZIONE

Le depressioni tettoniche intrappenniniche sono elementi morfostrutturali di importanza fondamentale per la comprensione dell'evoluzione geologica della catena.

Le successioni stratigrafiche presenti al loro interno, spesso rese accessibili all'osservazione diretta dall'erosione fluviale, possono infatti fornire indicazioni decisive sulle modificazioni ambientali che hanno caratterizzato la storia evolutiva dell'area per effetto dell'attività tettonica e delle variazioni climatiche. Particolarmente interessante a questo riguardo è il confronto con le sequenze morfologiche riconoscibili sui rilievi circostanti connesse anch'esse con le stesse modificazioni ambientali.

In questa prospettiva è stata presa in esame la depressione tettonica di Norcia, nell'Appennino umbro-marchigiano, con particolare riguardo alle fasi più antiche della sua evoluzione geomorfologico-stratigrafica.

L'analisi approfondita di sezioni stratigrafiche, venute recentemente alla luce in corrispondenza di scavi per fondazioni e all'interno di trincee esplorative (BLUMETTI, 1991) e la datazione radiometrica di livelli vulcanoclastici compresi al loro interno, hanno consentito di collocare nel Pleistocene inferiore la prima impostazione della conca la cui età era stata riferita in precedenza al Pleistocene medio (CALAMITA *et al.*, 1982; COLTORTI *et al.*, 1989; BLUMETTI *et al.*, 1990).

Al di là dell'interesse che può presentare l'aggiornamento delle conoscenze sull'evoluzione geologico-geomorfologica dell'area Nursina si ritiene che le successioni di eventi descritte possano fornire utili riferimenti per lo studio di altre depressioni intrappenniniche.

CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI

L'area nursina è localizzata all'estremità meridionale dell'Appennino umbro-marchigiano, a ridosso del fronte di sovrascorrimento dei Monti Sibillini.

In essa affiorano i sedimenti della successione umbro-marchigiana costituita da una potente unità calcarea di piattaforma carbonatica (*Calcarea massiccio*, Lias inferiore), alla quale si sovrappongono formazioni calcaree con intercalazioni marnose e selcifere e formazioni marnoso-argillose di ambiente pelagico (Lias

medio-Miocene inferiore), per uno spessore complessivo di 2500-3000 metri.

L'assetto strutturale delle formazioni affioranti è il risultato dell'azione di più eventi deformativi, sviluppatasi a partire dal Miocene superiore. È possibile distinguere due "fasi" principali di deformazione: compressiva la prima, distensiva la seconda.

La tettonica compressiva, articolata in più momenti, si è sviluppata dal Messiniano all'inizio del Pliocene inferiore (CALAMITA *et al.*, 1990) determinando notevoli raccorciamenti della copertura sedimentaria. In particolare le deformazioni compressive hanno determinato in quest'area la sovrapposizione tettonica di due principali unità carbonatiche, a loro volta sovrascorse verso est, sui terreni torbiditici dell'avanzata attraverso il fronte dei Sibillini (CALAMITA *et al.*, 1982).

La successiva fase tettonica distensiva (Pliocene superiore? - Quaternario) ha dato luogo, per mezzo di faglie normali in prevalenza appenniniche, ad una struttura a blocchi degradanti verso ovest.

LE PRIME TRACCE DELL'EVOLUZIONE DEL RILIEVO IN AMBIENTE CONTINENTALE - LA "PALEOSUPERFICIE"

Alla sommità dei rilievi che circondano la conca di Norcia sono conservate le tracce di un antico paesaggio già riconosciuto da tempo nell'area in studio (DESPLANQUES, 1969; CALAMITA *et al.*, 1982) ed in altri settori dell'Appennino (DEMANGEOT, 1965; BARTOLINI, 1980).

Si tratta di un paesaggio a modesta energia di rilievo, con tratti spianati, che contrasta con l'asprezza dei versanti sottostanti.

In base al grado di conservazione di tale paesaggio, che per brevità denomineremo "paleosuperficie" (da CALAMITA *et al.*, 1982), è possibile suddividere l'area nursina in tre diversi settori.

In quello più orientale, coincidente con la catena più esterna dei Monti Sibillini, caratterizzata da cime che superano i 2000 m (altitudine massima M. Vettore, 2476 m), la "paleosuperficie" non si riconosce affatto: i rilievi risultano qui fortemente interessati dall'erosione ed in particolare dalla morfogenesi glaciale e periglaciale (KELLETTAT, 1969; MONGINI, 1970; DAMIANI, 1975).

Nel settore compreso tra la catena del M. Vettore e la conca di Norcia, le sommità dei rilievi di forma tondeggiante, culminano tutte intorno alla quota 1700 m e rappresentano i residui dell'antico paesaggio sommitale che in quest'area è stato fortemente inciso e smembrato (Fig. 1).

La "paleosuperficie" è invece molto ben conservata ad ovest e a nord della conca di Norcia dove è presente una zona costituita da pianori articolati intorno alla quota 1100 m (Figg. 1, 2 e 3). Essi sono attualmente incisi da profondi valloni (le valli dei fiumi Sordo e Corno e del Fosso di Maltignano) e risultano sgradonati da numerose scarpate di faglia ribassanti progressivamente verso la conca di Cascia.

La ricostruzione geomorfologica evidenzia che quest'area costituiva originariamente un vasto *pediment* che deve essersi modellato, in un lungo intervallo di tempo, a valle di un rilievo in lento sollevamento, verosimilmente situato in corrispondenza dell'area che attualmente si trova ad est della conca di Norcia.

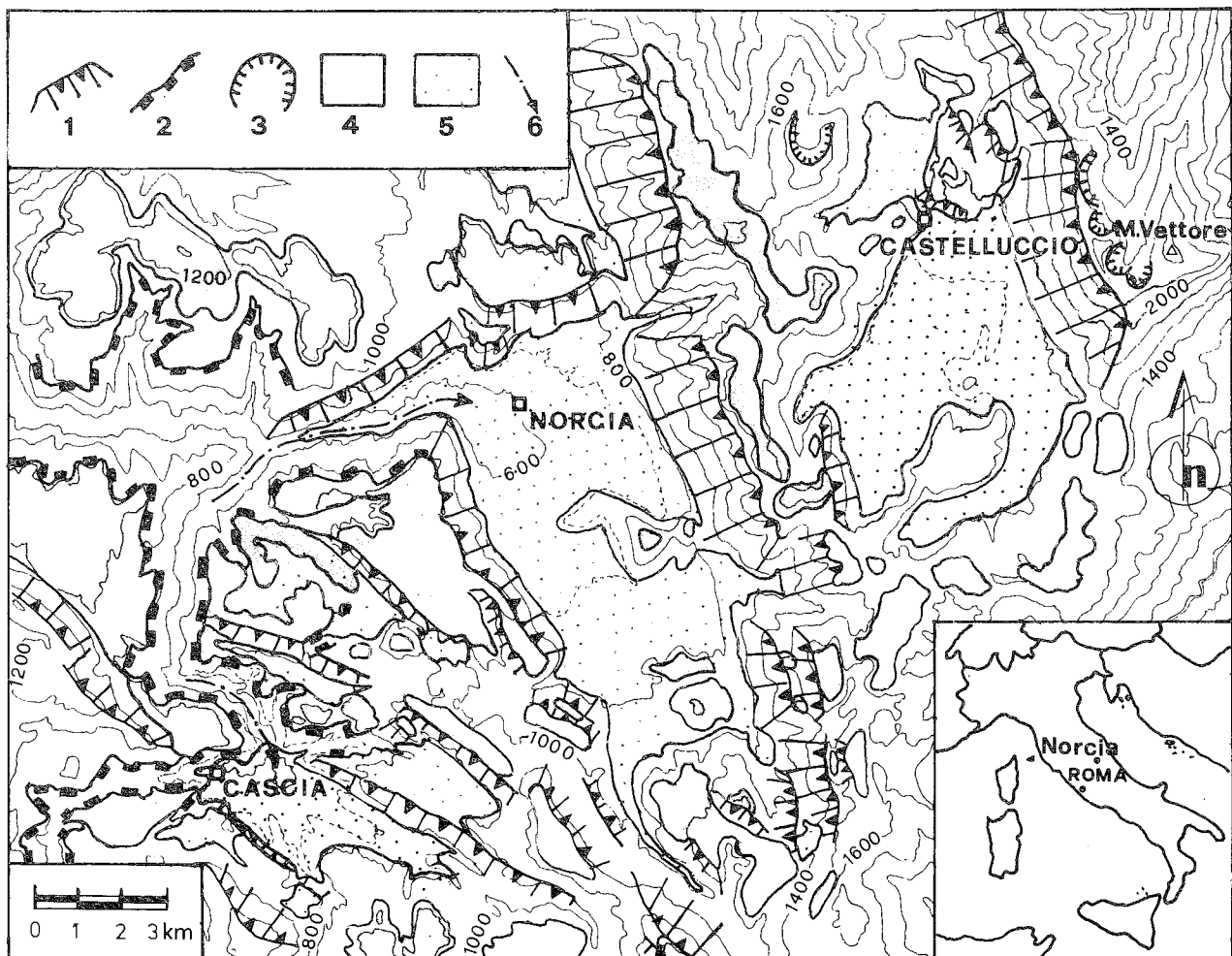


Fig. 1 - Schema geomorfologico dell'area nursina. Legenda: 1) versante di faglia; 2) orlo di scarpata d'erosione fluviale; 3) circo glaciale; 4) "paleosuperficie"; 5) depositi continentali; 6) paleodrenaggio.

I tre settori caratterizzati da un diverso grado di conservazione della "paleosuperficie" (da nullo a molto buono) corrispondono a tre blocchi tettonici principali degradanti verso ovest e separati rispettivamente dai fronti montuosi occidentali delle catene di Monte Vettore e di Monte Patino, imponenti versanti di faglia con alla base elementi tettonici a direzione N20°W, lunghi decine di chilometri e con rigetti fino ad un migliaio di metri (SCARSELLA, 1947; CENTAMORE *et al.*, 1980).

Questi elementi tettonici dovevano essersi già delineati durante le fasi finali del modellamento della "paleosuperficie". In particolare, in corrispondenza della faglia alla base del versante di Monte Patino, precoci movimenti distensivi avevano creato un paleoversante che differenziava l'evoluzione delle parti a valle ed a monte. Dal momento che, come risulta in molti altri casi nell'area appenninica, il rigetto della faglia è maggiore del dislivello tra i due lembi di "paleosuperficie" dislocata (CALAMITA *et al.*, 1982), è probabile che l'attività tettonica in un primo tempo non ebbe effetti morfologici evidenti. I gradini e le piccole scarpate che si producevano in superficie venivano via via "rasati" dall'erosione areale. Successivamente, forse a causa di un incremento dello *slip rate*, il paleoversante acquistava una energia di rilievo progressivamente crescente, mentre il settore alla sua base continuava ad essere soggetto a processi di pediplanazione. L'area che costituiva quest'antico *pediment* in roccia, che evolveva a valle

di un rilievo in lento sollevamento, è quella attualmente articolata in pianori tra le conche di Norcia e Cascia.

L'evoluzione della "paleosuperficie" nel suo insieme deve essere avvenuta prevalentemente dopo le ultime fasi parossistiche della tettonica compressiva, datate al Messiniano-Pliocene *p.p.* (CALAMITA *et al.*, 1990) e prima di quelle più importanti della tettonica distensiva, in condizioni di tasso di sollevamento moderato.

Tale periodo fu caratterizzato da condizioni di clima caldo-umido di tipo intertropicale fino al Pliocene superiore, momento in cui si delineò una variazione climatica in senso mediterraneo con fasi di clima arido, di tipo steppico, che furono ricorrenti anche durante il Pleistocene inferiore (SUC, 1982). Ambedue le condizioni climatiche sono generalmente favorevoli alla planazione ed in particolare le fasi steppiche devono aver avuto grande influenza sulla formazione del *pediment* cui si è accennato (DEMANGEOT, 1965; TWIDALE, 1976).

LA SUCCESSIONE SEDIMENTARIA DEL PLEISTOCENE INFERIORE

I sedimenti alluvionali a spigoli subangolosi - Unità 1

I depositi più antichi che si rinvennero nell'area Nursina affiorano in lembi alla base del versante occidentale della catena di M. Patino (Forca d'Ancarano,

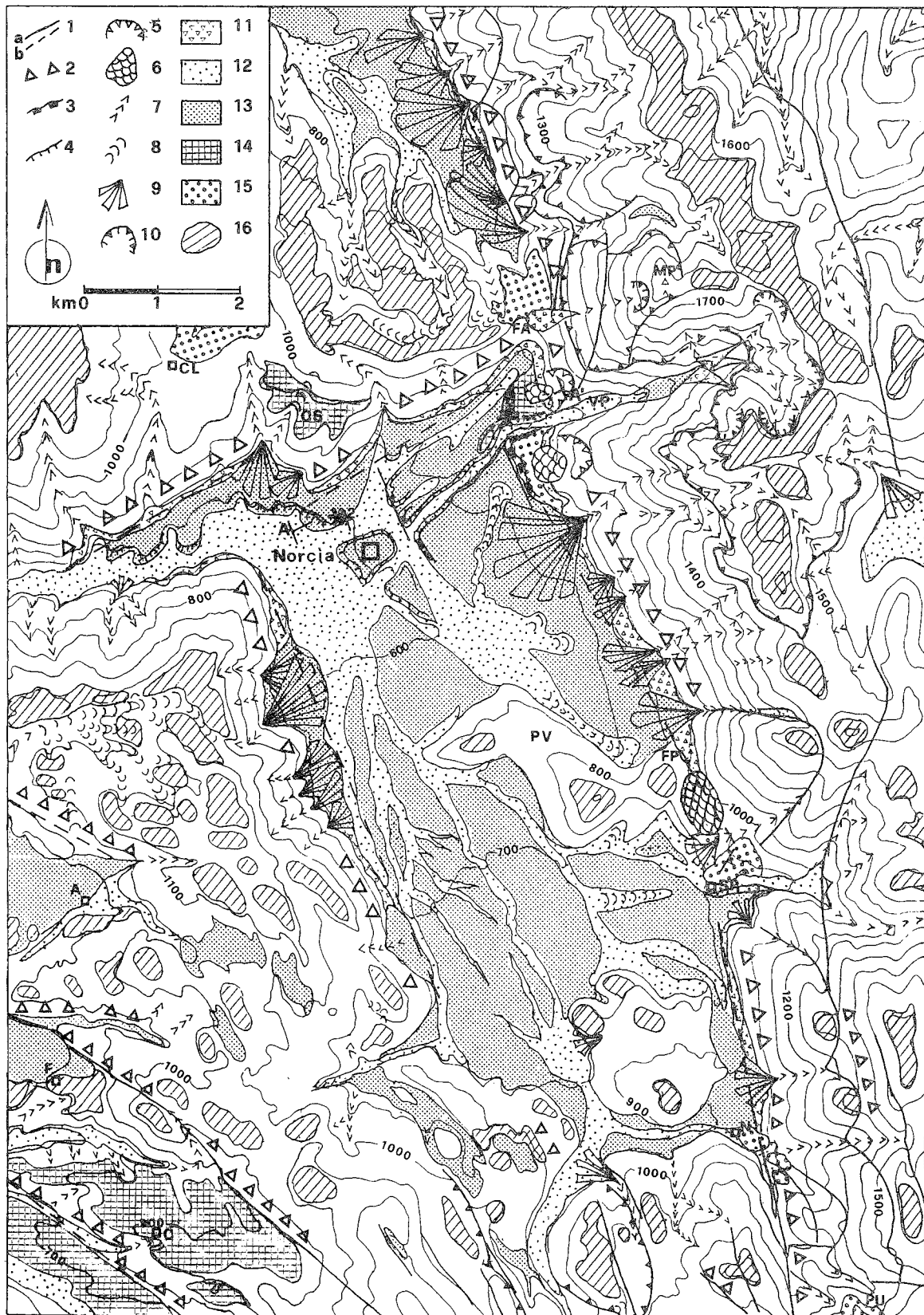


Fig. 2 - Carta geomorfologica della conca di Norcia. Legenda: 1) faglia a) affiorante, b) sepolta; 2) versante di faglia; 3) scarpata di faglia; 4) scarpata di erosione fluviale; 5) corona di frana; 6) corpo di frana; 7) vallecola a V; 8) vallecola a fondo concavo; 9) conoide alluvionale; 10) nicchia di nivazione; 11) depositi stratificati di versante (Pleistocene superiore); 12) depositi alluvionali (Pleistocene superiore); 13) depositi alluvionali (Pleistocene medio); 14) depositi alluvionali (Pleistocene inferiore-medio); 15) conglomerati immaturi cementati (Pliocene superiore? - Pleistocene inferiore?); 16) "paleosuperficie"; A-A') traccia della sezione di figura 5; MP) Monte Patino; PV) Poggio Valaccone; PU) Piano d'Utero; CL) Casali di Legogne; N) Nottoria; SP) San Pellegrino; C) Colmotino; FP) Forca Piana; FA) Forca d'Ancarano; CS) Case Salterini; A) Avenida; F) Fogliano; VP) Valle di Patino; *) Localizzazione della trincea esplorativa di Tavola IC; *) Localizzazione della sezione di figura 7.



Fig. 3 - Veduta della "paleosuperficie" tra le conche di Norcia e Cascia.

Nottoria), ma anche sul versante stesso, sia nella sua parte bassa (nei pressi dell'abitato di San Pellegrino) che a mezza costa (ripiano d'Utero, quota 1400 m, Fig. 2).

Si tratta di alluvioni immature in strati e banchi suborizzontali, se in giacitura primaria, ma più spesso immergenti contromonte di 10°-20° perché dislocati e basculati dalle faglie presenti alla base del versante.

Elementi sedimentologici distintivi della formazione sono (Fig. 4):

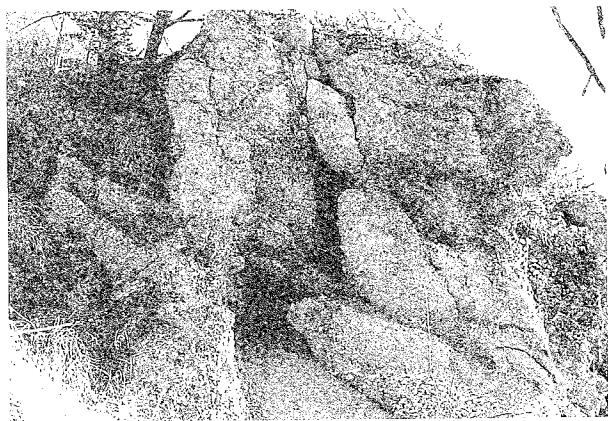


Fig. 4 - Aspetto delle breccie del più antico ciclo deposizionale rinvenuto nell'area Nursina. Da notare la classazione all'interno del singolo strato e la struttura di tipo *open work* di alcuni livelli.

- scarsissima elaborazione dei clasti che hanno diametro massimo compreso generalmente tra 3 e 10 cm, forma piuttosto appiattita e spigoli subangolosi;
- buona classazione all'interno di ogni singolo strato;
- frequente mancanza di matrice (che si traduce in una struttura del sedimento di tipo *open-work*);
- presenza di una cementazione, talora tenace, ad opera di materiale calcareo travertinoso di colore variabile dal bianco al rosato.

La forma dei clasti ben si accorda con una genesi per gelifrazione ed una successiva scarsissima elaborazione avvenuta durante un breve e veloce trasporto ad opera di acque dilavanti più o meno incanalate, in un regime torrenziale-spasmodico tipico degli ambienti subaridi.

In prossimità dell'abitato di Nottoria tali materiali mostrano un appoggio su detriti stratificati di versante, che denotano un ambiente subarido, ma più freddo (COLTORTI & DRAMIS, 1987; 1988), mentre nei pressi dell'apice del conoide di Patino alla loro base è stata osservata una superficie d'erosione in roccia (vedi anche DESPLANQUE, 1969). Questa potrebbe costituire un lembo del vasto *pediment* descritto nel capitolo 3, che sarebbe stato isolato dalle faglie alla base del versante rispetto ad una sua vasta porzione che dovrebbe trovarsi fossilizzata al di sotto delle coltri sedimentarie che hanno riempito la conca di Norcia.

La superficie d'erosione sul substrato può essersi formata nelle stesse condizioni climatiche e per mezzo degli stessi processi di erosione e trasporto che causarono la sedimentazione di questo primo importante ciclo alluvionale. Prima che l'intensità dell'attività tettonica distensiva determinasse le condizioni atte a favorire una forte produzione di materiale clastico (un versante ad elevata energia di rilievo caratterizzato dalla presenza di rocce fratturate), la coltre di alterazione sul versante ed il detrito alla sua base venivano del tutto dilavati ad ogni evento meteorico catastrofico, che con la sua violenza, anche per effetto dei materiali in carico, erodeva anche il substrato roccioso. Quando però la quantità di detriti da smaltire divenne troppo ingente, essi furono accumulati in potenti coltri alla base del versante.

Come è stato detto la successione alluvionale è stata dislocata per centinaia di metri dalla faglia principale che corre alla base del versante occidentale della catena di Monte Patino e si rinviene per questo profondamente incisa. E' difficile valutarne la potenza complessiva che sembra di diverse decine di metri in prossimità del paese di S. Pellegrino e della forca d'Ancarano dove però l'intensa fagliazione potrebbe averne aumentato di molto lo spessore apparente. Con tutta probabilità la porzione più potente del corpo deposizionale, che si doveva inspessire verso valle, si trova al di sotto della piana di S. Scolastica, ribassata dalla faglia alla base del versante di Monte Patino e seppellita dalle alluvioni che hanno successivamente riempito la conca.

I sedimenti affioranti alla Forca di Ancarano sono stati studiati anche da RASSE (1988) che ritiene si tratti di "grandi tavolati detritici, molto diffusi nell'Appennino umbro-marchigiano (ad es. al Monte Fema), di notevole spessore, che si rinvencono generalmente incisi e sospesi sul versante, testimoni di una morfogenesi relativamente antica del Quaternario".

Sedimenti simili, soprattutto per l'imaturità tettonica, a quelli ora descritti ed in posizione analoga, si rinvencono, in molte zone dell'Appennino centro-settentrionale. Essi sono stati segnalati da NIJMAN (1971) e da BERTINI & BOSI (1976) sul versante al bordo nordoccidentale della Conca del Fucino e riferiti all'erosione connessa al primo importante sollevamento del rilievo che ha seguito, nel Pliocene, nell'orogenesi dell'Appennino.

Molto simili sono anche le "Brecce mortadella" rinvenute da DEMANGEOT (1965) nell'Aquilano, al di sopra dei depositi lacustri villafranchiani (quindi in posizione stratigrafica diversa) e considerate da quest'Autore il risultato della deposizione da correnti idriche del tipo *sheet flood*.

Il terrazzo superiore del conoide di Patino - Unità 2
All'apice del conoide di Patino, sui sedimenti de-

scritti in precedenza, che qui si presentano basculati contromonte, poggiano in discordanza depositi alluvionali terrazzati a giacitura suborizzontale ("terrazzo superiore del conoide di Patino"; Fig. 5). Si tratta di alluvioni ghiaiose e, subordinatamente, sabbioso-limose e argilloso-limose, pedogenizzate al tetto (Tav. I). Esse affiorano in corrispondenza di ampi sbancamenti allo sbocco della Valle di Patino, dove sono esposte in destra idrografica per una lunghezza di circa un centinaio di metri e mostrano uno spessore di una ventina di metri.

glomerati (dove per la spinta decarbonatazione al posto dei clasti sono conservate sottili patine farinose biancastre che sono indicate nella in Tavola I come "fantasmi di clasti") ai quali passa inferiormente attraverso un orizzonte di transizione (B/C) spesso oltre un metro, sia su un banco argilloso-limoso-sabbioso sovrastante i conglomerati, spesso qualche metro e contenente al suo interno livelli, d'ordine centimetrico e decimetrico, ricchi di materiale vulcanico che talvolta hanno i caratteri distintivi delle piroclastiti.

La porzione di suolo che si è sviluppata sui sedi-

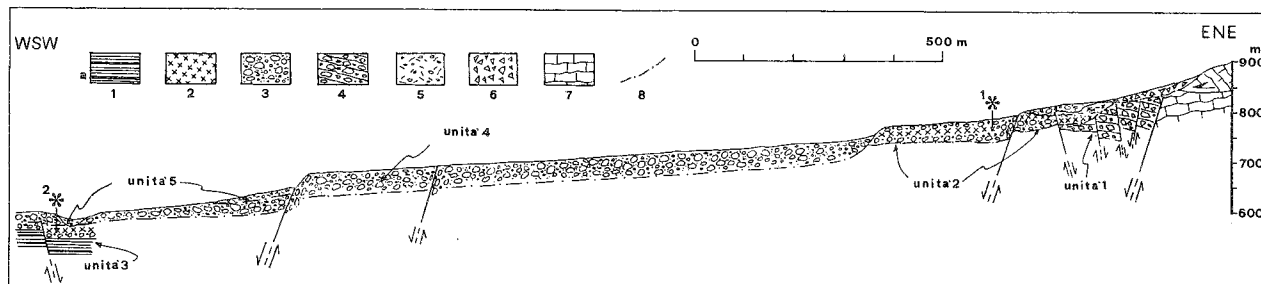


Fig. 5 - Sezione longitudinale attraverso il conoide di Patino (vedi localizzazione in figura 2). Vi sono evidenziati i rapporti tra tutte le unità allostratigrafiche presenti nella conca di Norcia. Ad iniziare dal fronte montuoso di Monte Patino, a valle di un corpo di frana, è presente un piccolo lembo di una superficie d'erosione in roccia, quindi nell'apice del conoide è possibile riconoscere due ordini di terrazzi; in quello superiore sono presenti due unità litologiche separate da una superficie d'erosione: in quella inferiore (unità 1) sono presenti alluvioni molto immature, stratificate in banchi ben cementati e intensamente fagliati che immergono contromonte di una decina di gradi, in quella superiore (unità 2) alluvioni ghiaiose intercalate a strati argilloso-limosi e a livelli vulcanoclastici a giacitura suborizzontale, dislocate da faglie che le rigettano sia verso monte che verso valle e sono sia sinsedimentarie (vedi sezione stratigrafica di Tav. I) che (almeno in parte) molto posteriori (scarpata di faglia attraversata dalla trincea, vedi Tav. IC). Queste alluvioni sono state correlate con i sedimenti palustri descritti nella sezione di figura 7 (unità 3). La parte più estesa del conoide di Patino è costituita da un'unità alluvionale verosimilmente molto più recente (unità 4), posteriore al ciclo sedimentario lacustre ed incastrata nei sedimenti alluvionali ad esso correlati. Anche questi sedimenti sono interessati da faglie ed in particolare da una scarpata di faglia alta oltre 20 m con liscione alla base. Al di sopra e incisi nelle unità suddette sono presenti depositi detritici, colluviali ed alluvionali ancora posteriori (unità 5). Legenda: 1) depositi argilloso-limosi lacustri contenenti a) lignite; 2) vulcanoclastiti; 3) conglomerati poco cementati; 4) conglomerati immaturi ben cementati; 5) depositi alluvionali e colluviali; 6) detriti stratificati di versante; 7) substrato carbonatico; 8) limite tra le varie unità; *1, *2) livelli vulcanoclastici datati.

Tali alluvioni sono eterometriche, con clasti a spigoli subangolosi-subarrotondati di diametro massimo generalmente compreso tra 1 e 20 cm, ma talvolta anche superiore ai 30 cm, in una matrice costituita da granuli e sabbia. La stratificazione è molto mal definita, generalmente piano parallela, suborizzontale e in spessi banchi, indicata per lo più dall'immersione del piano *ab* dei clasti di maggiori dimensioni e dalla disposizione di taluni livelli maggiormente cementati (Fig. 6).

La disposizione caotica degli altri clasti e l'estrema eterogeneità delle alluvioni sono caratteri tipici dei conoidi alluvionali di ambiente subarido che, in presenza di versanti ripidi e di una sorgente di detrito con una matrice argillosa, sono prevalentemente costruiti da *debris flow* (BULL, 1977). Nel nostro caso, mancando la matrice argillosa i materiali sono verosimilmente stati messi in posto da correnti idriche di transizione ai *debris flow* (WASSON, 1977), molto violente, non canalizzate, ma disperse su superfici più o meno vaste.

Strati sabbioso-limosi di spessore decimetrico, contenenti una gran quantità di materiale vulcanico sono intercalati a più livelli nella successione, nella cui porzione sommitale è sviluppato un paleosuolo lisciviato bruno-rossastro troncato alla sommità. Di esso è conservato un orizzonte argillico (Bt) spesso fino a 3 metri. Il paleosuolo suddetto si è sviluppato sia sui con-

menti argilloso-limosi presenta una aggregazione prismatica medio-grossolana e mostra una tendenza verso i suoli vertici cromici; sulla superficie degli aggregati sono presenti patine di argilla (*cutans*) e *slikenside*.

Al di sopra del paleosuolo, con contatto nettamente erosivo (Tav. I), sono presenti alluvioni estremamen-

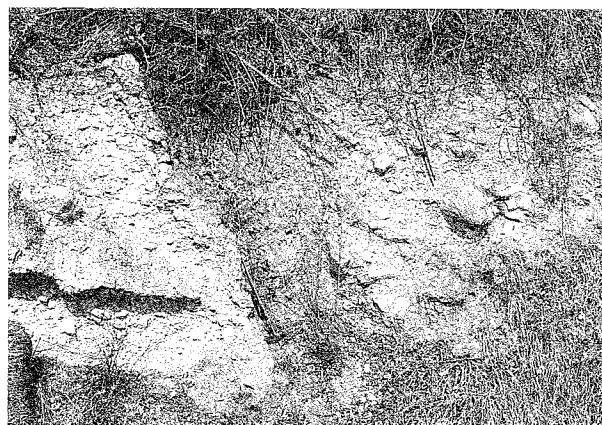


Fig. 6 - Aspetto delle alluvioni del "terrazzo superiore del conoide di Patino".

te eterometriche contenenti, in alcuni livelli, una gran quantità di blocchi con dimensioni fino a 30 cm. Queste alluvioni grossolane, a differenza di quelle, ugualmente grossolane, sottostanti, sono caratterizzate da una evidente stratificazione e mostrano sovente un'embriciatura dei clasti. Esse passano lateralmente a ghiaie medie, con clasti di dimensioni da 1 a 5 cm, in livelli classati al loro interno a stratificazione piano parallela e lenticolare, con locali stratificazioni incrociate. Queste caratteristiche testimoniano correnti idriche più tranquille, in canali di limitata estensione e bassa profondità che dovevano rappresentare il normale deflusso sulla superficie del conoide. Tale deflusso era talora interrotto da violente piene che però conservano le caratteristiche di correnti idriche incanalate, ben diverse da quelle, di transizione ai *debris flow*, che avevano portato alla deposizione dei materiali molto grossolani dell'intera successione sottostante.

La sommità del conoide è attraversata da una scarpata di faglia a direzione variabile, ma nel complesso parallela al fronte montuoso retrostante. Tale scarpata è stata attraversata da una trincea esplorativa che ha confermato la presenza di una dislocazione all'interno dei materiali del conoide; questa mette a contatto il paleosuolo precedentemente descritto, che in questo tratto è sviluppato su conglomerati intercalati a livelli vulcanoclastici, con i conglomerati in contatto erosivo sovrastanti. Nella sezione descritta in Tavola IC si può osservare come queste alluvioni siano alla base di una successione analoga alla sottostante, data da livelli vulcanoclastici intercalati a strati conglomeratici ed alterata al tetto, dove è sviluppato un suolo lisciviato di cui sono conservati gli orizzonti Bt e B/C spessi ognuno più di un metro. Uno dei livelli vulcanoclastici della successione ribassata dalla faglia è stato datato radiometricamente a $0,98 \pm 0,1$ m. a. B.P. (datazione K/Ar su sanidino)⁽¹⁾.

La facies delle alluvioni che costituiscono la sommità della successione descritta denota una deposizione in condizioni più umide di quelle in cui si è deposto il resto del conoide, caratterizzato come si è detto da sedimenti deposti da correnti idriche di transizione ai *debris flow*, tipiche di un ambiente piuttosto arido. Il passaggio ad un clima umido è del resto testimoniato dalla presenza del potente paleosuolo che altera la superficie del conoide stesso. Il fatto che l'alterazione risparmi alcuni livelli conglomeratici, indica come la stessa sia avvenuta, almeno in parte, durante la deposizione della parte sommitale del corpo alluvionale.

I depositi lacustri - Unità 3

In un precedente lavoro (BLUMETTI *et al.*, 1990) è stata descritta una sezione stratigrafica in cui sono visibili (Fig. 7) sedimenti palustri pedogenizzati da suoli vertici cromici, intercalati a livelli conglomeratici e vulcanoclastici, che erano stati rinvenuti in un'ampio sbancamento alla periferia settentrionale dell'abitato di Norcia.

I sedimenti descritti nella sezione passano inferiormente, attraverso alternanze di alluvioni sabbiose e ghiaiose, a depositi argillosi in facies lacustre, non osservati in affioramento, ma attraversati da due

sondaggi per oltre 30 metri. Queste argille, secondo quanto riscontrato da prospezioni geofisiche (BIELLA *et al.*, 1981), dovrebbero costituire il riempimento della conca di Norcia per centinaia di metri di spessore.

Al tetto della sezione è visibile una superficie d'erosione sulla quale si sono deposte ulteriori alluvioni ghiaiose.

La sequenza ricostruita, di transizione tra un ambiente francamente lacustre ad uno palustre con frequenti emersioni (testimoniate dalla presenza dei vertisuoli), nel quale arrivavano talvolta i lobi distali di conoidi alluvionali, fu datata al Pleistocene medio (BLUMETTI *et al.*, 1990), correlandola con i conglomerati che costituiscono il "terrazzo inferiore del conoide di Patino" (vedi capitolo successivo).

Una datazione radiometrica eseguita su uno dei livelli vulcanoclastici intercalati nella successione palustre ($1,24 \pm 0,2$ m.a. B.P.) ed una attenta rivalutazione dei dati a disposizione hanno condotto a correlare i depositi palustri suddetti con il terrazzo più antico conservato all'apice del conoide di Patino e solamente la porzione di sezione stratigrafica al di sopra della superficie d'erosione (Fig. 7) al terrazzo inferiore più recente, confermando per quest'ultimo l'età del Pleistocene medio (vedi capitolo successivo). In questa ipotesi la porzione di sequenza lacustre conservata nella conca verrebbe riferita al Pleistocene inferiore. Questa attribuzione cronologica è d'altra parte in accordo con l'età delle successioni lacustri delle vicine conche di Leonessa e Colfiorito, che sono state collocate nel Pleistocene inferiore sulla base rispettivamente di determinazioni polliniche (GE.MI.NA., 1963) e del ritrovamento di un'associazione faunistica con *Ippopotamus antiquus* (BORSELLI *et al.*, 1988).

Una potente successione lacustre argilloso-sabbiosa, ben esposta perché profondamente incisa dal fiume Corno, è presente anche nella vicina conca di Cascia. Il suo spessore in affioramento è di circa 150 m. Essa contiene verso la sommità depositi vulcanoclastici che sono stati datati a 0,4 m.a. B.P. (STOPPA & VILLA, 1991) e passa lateralmente, verso il bordo meridionale della depressione, a depositi conglomeratici con clasti subarrotondati che affiorano, visibilmente dislocati, anche al di sopra delle scarpate di faglia che bordano la conca a NE e a SW. In prossimità dell'abitato di Colmotino sono alterati in superficie da un paleosuolo fersiallitico al cui interno sono presenti minerali vulcanici datati 0,28 m.a. B.P. (COLTORTI *et al.*, 1989). I conglomerati di Colmotino ricoprono un lembo del settore di "paleosuperficie" che, verosimilmente, all'inizio del Pleistocene inferiore era ancora soggetto ai processi pedimentari di cui si è trattato precedentemente. Su questa superficie subpianeggiante, impostata su rocce carbonatiche fratturate, variazioni climatiche in senso umido provocarono l'attivazione di processi di dissoluzione carsica con conseguente sviluppo di *polje* che ospitavano temporanei specchi d'acqua (SCARSELLA, 1947; BLUMETTI, 1991). Sull'altopiano di Fogliano-Avendita, a testimonianza di quanto affermato, affiorano depositi argilloso-limosi contenenti livelli piroclastici che presentano alla loro sommità industrie litiche della *facies Levallois* (Paleolitico inferiore) riferibile al passaggio Pleistocene medio-Pleistocene superiore. L'evoluzione delle *polje* è quindi almeno in parte contemporanea a quella del bacino lacustre della conca di Cascia.

⁽¹⁾Le datazioni per le quali non sia specificato un altro riferimento bibliografico sono state eseguite dal laboratorio di cronologia "Teldyne Isotope" nel 1990.

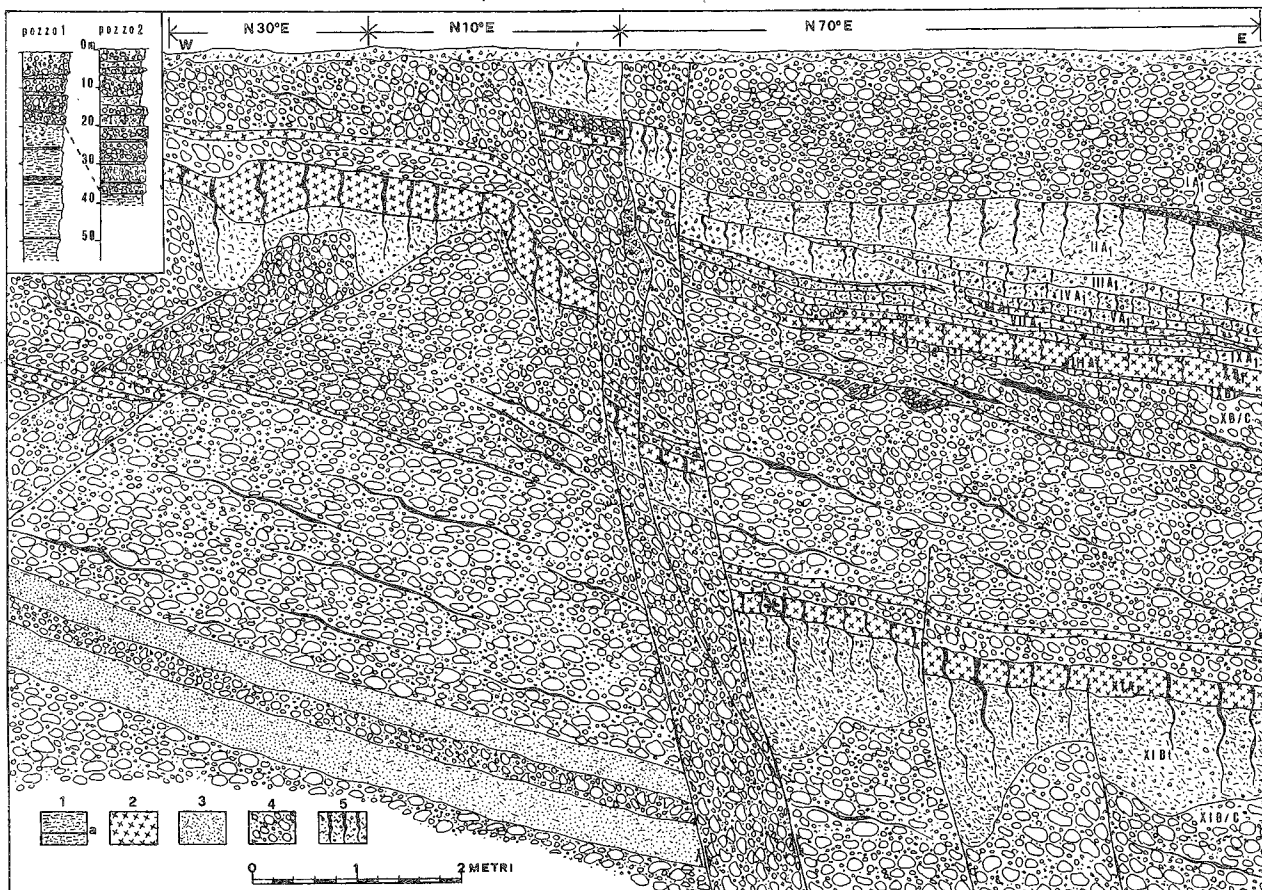


Fig. 7 - Sezione stratigrafica relativa ai depositi palustri rinvenuti alla periferia settentrionale dell'abitato di Norcia (per la localizzazione vedi *2 di Fig. 2. Legenda: 1) argille e limi argillosi contenenti a) lignite; 2) sedimenti piroclastici; 3) sabbie limose; 4) ghiaie sabbiose; 5) vertisuoli; *) livello datato radiometricamente; (da BLUMETTI *et al.*, 1990, modificato).

IL SOLLEVAMENTO TRA IL PLEISTOCENE INFERIORE E MEDIO - UNITA' 4

Sia nella conca di Norcia che in quella di Cascia, all'interno dei sedimenti lacustri profondamente incisi si rinvencono depositi alluvionali conglomeratici. Questa fase erosiva che ha interessato le due conche interrompendo la loro condizione di endoreicità, è stata conseguenza del brusco sollevamento che ha interessato l'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio (AMBROSETTI *et al.*, 1982; DUFAURE *et al.*, 1989). Essa è evidentissima nella conca di Cascia, dove i depositi alluvionali più recenti si rinvencono in valli incise per quasi cento metri nelle argille lacustri (successivamente a 0,4 m.a., età della sommità della successione lacustre), ma lo è molto meno nella conca di Norcia. Qui, successivamente alla fase di incisione, estesi conoidi, entrando in coalescenza, hanno formato una superficie subpianeggiante che interessa tutta la conca, quasi a simulare una superficie di colmatazione lacustre. Fa parte di questa unità il "terrazzo inferiore del conoide di Patino", sulla cui parte distale è costruita la città di Norcia (Fig. 8). La presenza di un'unità terrazzata più antica, conservata a quota 830 m circa nel "terrazzo superiore del conoide di Patino", e di altri lembi di alluvioni conglomeratiche sospese a quote comparabili (Case Salterini, quota 870 m) testimonia però che anche il bacino lacustre di Norcia è stato interessato da un'importante fase erosiva precedente alla formazione di questa superficie.

Il limite superiore per l'età dei conoidi che fossi-



Fig. 8 - Veduta panoramica della porzione settentrionale della conca di Norcia, occupata in gran parte dal conoide di Patino, e della catena di Monte Patino (Monti Sibillini). In primo piano depositi palustri olocenici separati dal "terrazzo inferiore del conoide di Patino" da una scarpata d'erosione probabilmente impostata su un motivo tettonico. In secondo piano, dietro l'abitato di Norcia, una evidente scarpata di faglia alta fino a 20 m e, quasi al limite con il fronte montuoso della catena di Monte Patino, nell'apice del conoide, una seconda scarpata di faglia. Infine nella Valle di Patino è visibile un terrazzo sospeso di circa 400 metri rispetto alle alluvioni con cui è stato correlato.

lizzano l'incisione è dato dall'età radiometrica di 0,23 m.a. B.P. (datazione K-Ar; COLTORTI *et al.*, 1989) di

sedimenti piroclastici rinvenuti all'interno di un paleosuolo fersiallitico sviluppato sulla loro superficie.

Non è stato fin'ora possibile, invece, determinare l'età della loro base e quindi l'entità dell'erosione sui sedimenti lacustri. Questa deve essere stata comunque almeno pari all'incisione del "terrazzo superiore del conoide di Patino" precedente alla deposizione del "terrazzo inferiore" (oltre 25m).

EVOLUZIONE DEL RETICOLO DI DRENAGGIO

Come è stato detto il paesaggio della "paleosuperficie" era già articolato in grande, in relazione ad elementi tettonici attivi nel periodo della sua evoluzione. Questi condizionavano probabilmente anche l'andamento delle sue articolazioni nel dettaglio. Per quanto è possibile osservare nei pressi di Casali di Legogne e della Forca d'Ancarano, dove la morfologia della "paleosuperficie" presenta delle inflessioni e sono conservati esigui lembi di sedimenti ciottolosi (CALAMITA *et al.*, 1982), un antico reticolo di drenaggio, costituito da ampi valloni a fondo concavo, era già impostato lungo direttrici N20°W e N70°E, queste ultime ereditate dalla fase tettonica compressiva.

Questi valloni si sono evoluti mantenendo dapprima la loro caratteristica forma a fondo concavo e, successivamente, sono stati sede di un forte approfondimento dell'erosione lineare che ha dato origine a versanti discretamente acclivi. Un buon esempio della suddetta evoluzione è offerto dalla valle del fiume Sordo, che drena attualmente la conca di Norcia. Il profilo dei versanti è caratterizzato da due rotture di pendio concave che determinano tre tratti ad acclività progressivamente crescente: da subpianeggiante a minore di 10° in corrispondenza della "paleosuperficie", a valori di 20°-25° nel tratto intermedio, fino a pendenze di 40°-45° nel tratto terminale.

Sembra possibile che l'evoluzione della valle sia iniziata quando la conca di Norcia non si era ancora formata e che poi il corso d'acqua abbia funzionato da immissario del lago che occupava la depressione tettonica quando questa era un bacino endoreico. I depositi alluvionali affioranti sul ripiano di Case Salterini (vedi localizzazione in Fig. 2), sospesi a quota 870 m, sono probabilmente la testimonianza dell'antica presenza dello sbocco della valle in tale posizione. Il lago inoltre doveva costituire una profonda insenatura all'interno di questa valle perché in essa sono presenti sedimenti argilloso-limosi che possono essere correlati altimetricamente con quelli incontrati in numerosi sondaggi al di sotto dell'abitato di Norcia.

Il tratto di valle a pendenza blanda, osservabile anche a luoghi lungo la valle del fiume Corno (Fig. 1), si è quindi evoluto ancora in condizioni endoreiche.

Il tratto ripido dei solchi vallivi è invece da ricollegare al forte approfondimento del reticolo idrografico successivo al sollevamento regionale che ha interessato l'Italia centrale a partire dalla fine del Pleistocene inferiore (AMBROSETTI *et al.*, 1982; DUFAURE *et al.*, 1989). In particolare l'erosione regressiva risalente dalla valle del Nera ha portato all'incisione di una soglia posta nell'attuale valle del fiume Corno. In conseguenza di tale evento gli immissari dei laghi di Norcia e Cascia, subendo una diversione, sono divenuti emissari.

EVOLUZIONE TETTONICA E GEOMORFOLOGICA

Dopo le ultime fasi parossistiche della tettonica compressiva, datate al Pliocene inferiore *pp.* (CALAMITA *et al.*, 1990), durante un lungo lasso di tempo che probabilmente arriva a comprendere parte del Pleistocene inferiore, nell'area nursina, così come in gran parte dell'Appennino umbro - marchigiano e abruzzese, si è modellato un paesaggio a bassa energia di rilievo con vaste superfici di spianamento. Ciò è stato reso possibile dalla concomitanza di due condizioni: un tasso di sollevamento "regionale" moderato ed un clima dapprima caldo-umido e poi subarido (SUC, 1982), nell'insieme molto favorevole al conseguimento di una morfologia molto dolce (DEMANGEOT, 1965).

Con l'inizio della fase tettonica distensiva più importante il paesaggio precedente veniva progressivamente dislocato dando così origine ai tre blocchi differenzialmente ribassati verso ovest.

In quest'ambito, alla base di un paleoversante situato nell'attuale posizione del fronte montuoso occidentale del Monte Patino (che costituisce nella sua parte centrale il bordo orientale della depressione tettonica di Norcia) dovettero verificarsi precoci movimenti distensivi che crearono un primo rilevante dislivello nell'antico paesaggio dolcemente ondulato; da quel momento l'erosione areale interessò solo il lato ribassato della faglia.

Successivamente l'intensificarsi dell'attività tettonica distensiva ha portato alla formazione di dislivelli sempre più importanti e la paleodorsale di M. Patino, nonostante il persistere di condizioni climatiche subaride, fu incisa, mentre l'intensa degradazione meteorica, particolarmente attiva su rocce gelive e intensamente fratturate, produceva sui versanti una grande quantità di materiale. Questo veniva preso in carico dalle acque dilavanti in occasione di eventi meteorici eccezionali, ma molto violenti. Come risultato alla base del versante si formavano potenti accumuli dovuti al ruscellamento diffuso (*sheet flood* ed in prossimità di paleovalloni si formavano conoidi con le caratteristiche tipiche dell'ambiente sub-arido ("lobi setaccio") (unità 1 di Fig. 5).

La tettonica distensiva ha raggiunto in seguito la sua fase parossistica, che attraverso il collasso della zona dell'attuale conca di Norcia, avvenuto con la creazione di faglie antitettoniche e trasversali rispetto alla faglia alla base della catena di Monte Patino, ha portato alla formazione di una depressione chiusa nella quale si è impostato uno specchio lacustre.

Lungo un'ampia valle in corrispondenza dell'attuale valle del fiume Sordo, che verosimilmente ricalcava il corso di una linea di drenaggio già presente nella "paleosuperficie", scorreva un corso d'acqua che si immetteva nel lago.

Il continuo sprofondamento di quella che è l'attuale conca di Norcia rispetto ai rilievi circostanti ha fatto sì che in essa si depositasse uno spessore notevole di sedimenti lacustri (BIELLA *et al.*, 1981). Questi depositi lacustri (unità 3 di Fig. 5) erano in eteropia con i depositi di conoide che provenivano dalla catena di Monte Patino (unità 2 di Fig. 5) ed erano intercalati con depositi vulcanoclastici che provenivano probabilmente da centri di emissione attivi in area tirrenica o anche, per le eruzioni mediopleistoceniche, da centri intrappenninici, come sostenuto recentemente da LA-VECCHIA & STOPPA (1990).

Depositi alluvionali in *facies* di conoide (unità 4 di Fig. 5) ricoprono in discordanza la successione argilloso-sabbiosa. Si può presumere che la sedimentazione lacustre si sia interrotta quando, per effetto del rapido sollevamento verificatosi in Italia Centrale tra Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio (AMBROSETTI *et al.*, 1982; DUFAYRE *et al.*, 1989), l'erosione regressiva risalente dalla valle del Nera ha portato all'incisione di una soglia posta nell'attuale valle del fiume Corno. In conseguenza di tale evento il fiume da emissario del lago di Norcia, subendo una diversione, ne è divenuto emissario, causando lo svuotamento del lago e l'erosione di una parte dei depositi lacustri.

Le tracce della successiva evoluzione si ritrovano in esigui lembi di terrazzi climatici all'interno delle incisioni vallive più importanti (fiumi Corno e Sordo) ed in detriti stratificati che costituiscono talvolta estese falde alla base dei versanti. Entrambi i depositi sono gli effetti della forte *rextasia* che ha caratterizzato l'area, per motivi climatici durante il Pleistocene medio e superiore e antropici nell'Olocene.

Numerose dislocazioni cui spesso sono associate in superficie scarpate, interessanti i depositi delle diverse unità alluvionali presenti nelle conche di Norcia e Cascia. In particolare nella conca di Cascia sono presenti scarpate di faglia nei depositi del Pleistocene medio alte oltre 150m mentre nella conca di Norcia i depositi della stessa età sono dislocati almeno per la stessa entità dalla faglia alla base del versante occidentale della catena di Monte Patino (terrazzo all'interno della Valle di Patino ed altri in posizione analoga, Fig. 2; CALAMITA *et al.*, 1982; BLUMETTI *et al.*, 1990).

L'attuale sismicità della zona caratterizzata da frequenti terremoti a bassa intensità (dal IV a VII MCS) e da alcuni eventi molto violenti (1328 e 1703, I = X MCS; 1979, I = IX MCS, Ms = 5,8; POSTPISCHL, 1985; GASPARINI *et al.*, 1985) testimonia che la tettonica è tuttora attiva. L'analisi dei parametri focali e la risoluzione dei meccanismi focali dell'evento principale e degli *after shock* del terremoto di Norcia del 1979 mostrano inoltre di essere congruenti con la direzione della faglia diretta che borda ad est la conca.

BIBLIOGRAFIA

- AMBROSETTI P., CARRARO F., DEIANA G. & DRAMIS F. (1982) - *Il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene Inferiore ed il Pleistocene Medio*. CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica, "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia", Pubbl. n. 513, 219-223.
- BARTOLINI C. (1980) - *Su alcune superfici sommitali dell'Appennino settentrionale*. Geogr. Fis. Din. Quat. 3 42-60.
- BERTINI T. & BOSI C. (1976) - *Sedimenti continentali probabilmente pliocenici nella Valle del Salto e nella Conca del Fucino (Rieti e L'Aquila)*. Boll. Soc. Geol. It., 95 (4), 767-801.
- BIELLA G., LAVECCHIA G., LOSEY A., PIALLI G. & SCARASCIA S. (1981) - *Primi risultati di un'indagine geofisica ed interpretazione geologica del piano di Santa Scolastica e del Piano Grande (Norcia, Pg.)*. Atti 1° Convegno annuale G.N.G.T.S., 293-308.
- BLUMETTI A. M., COLTORTI M., DRAMIS F. & FARABOLLINI P. (1990) - *Due sezioni stratigrafiche nel Pleistocene medio della Conca di Norcia; implicazioni geomorfologiche e neotettoniche*. Rend. Soc. Geol. It., 13, 17-26.
- BLUMETTI A. M. (1991) - *Evoluzione geomorfologica, attività tettonica quaternaria e paleosismicità in alcune depressioni tettoniche dell'Appennino centrale*. Tesi di Dottorato, Università di Camerino.
- BORSSELLI V., FICCARELLI G., LANDUCCI F., MAGBATTI M., NAPOLEONE G. & PAMBIANCHI G. (1988) - *Segnalazione di mammiferi pleistocenici nell'area di Colfiorito (Appennino umbro-marchigiano*

e valutazione della potenzialità del giacimento con metodi geofisici. Boll. Soc. Paleont. It., 27 (2), 253-257.

- BULL W.B. (1977) - *The alluvial fan environment*. Progress in Physical Geography, 1, 222-270.
- CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F. & PIERUCCINI U. (1980) - *Morphotectonic characteristics of the umbria- marche Apennine*. Studi Geologici Camerti, IV, 31-35.
- CALAMITA F., COLTORTI M., DEIANA G., DRAMIS F. & PAMBIANCHI G. (1982) - *Neotectonic evolution and geomorphology of the Cascia and Norcia depression (Umbria - Marche Apennine)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 263-276.
- CALAMITA F., CELLO G., INVERNIZZI C. & PALTRINIERI W. (1990) - *Stile strutturale e cronologia della deformazione lungo la traversa M.S. Vicino - Polverigi (Appennino marchigiano esterno)*. Studi Geologici Camerti, volume speciale, 69-86.
- COLTORTI M., DELITALA M. C. DRAMIS F., FORNASERI M., NICOLETTI M. & PARIS E. (1989) - *Datazione al K/Ar di piroclastiti come contributo alla conoscenza dell'evoluzione geomorfologica della depressione tettonica di Norcia (Appennino Centrale, Italia)*. Studi Geologici Camerti, XI, 77-85.
- COLTORTI M. & DRAMIS F. (1987) - *Sedimentological characteristics of stratified slope-waste deposits in the Umbria-Marche Apennine (Central Italy) and their genetic implication*. In: "Processus et mesure de l'érosion", 145-152, CNRS, Paris.
- COLTORTI M. & DRAMIS F. (1988) - *The significance of stratified slope-waste deposits in the Quaternary of Umbria-Marche Apennine, Central Italy*. Z. Geomorph. N.F., 71, 59-70, Berlin-Stuttgart.
- DAMIANI (1975) - *Aspetti geomorfologici e possibile schema evolutivo dei Monti Sibillini (Appennino umbro- marchigiano)*. Boll. Serv. Geol. It., 96, 231-314.
- DEMANGEOT J. (1965) - *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Mém. et Doc. du C.N.R.S., Paris.
- DESPLANQUE H. (1969) - *Campagnes ombriennes*. Contribution à l'étude des paysages ruraux en Italie, A. Colin, Paris.
- DUFAYRE J.J., BOSSOYT D. & RASSE M. (1989) - *Deformations quaternaires et morphogenese de l'Appennin Central Adriatique*. Physio-Geo, 18, 9-46.
- GASPARINI C., JANNACCONE G. & SCARPA R. (1985) - *Fault - plane solutions and seismicity of the italian peninsula*. Tectonophysics, 117, 59-78.
- GEMINA (1963) - *Ligniti e torbe dell'Italia continentale*. Pubbl. Soc. Geomin. Roma, ILTE Ed.
- KELLETTAT D. (1969) - *Verberitung und Vergesellschaftung Rezenter Periglazialerscheinungen in Apennin*. Gottinger Geogr. Abhandl., 48, 1-114.
- LAVECCHIA G. & STOPPA F. (1990) - *The Tyrrhenian zone: a case of lithosphere extensional tectonic control of intra-continental magmatism*. Earth Plan. Sci. Letters, 99, 336-350.
- MONGINI G.M. (1970) - *La morfologia del gruppo orografico del Vetore (M. Sibillini)*. Pubbl. dell'Ist. di Geograf., Serie A, Roma, 10.
- NIMAN W. (1971) - *Tectonics of the Velino-Sirente area, Abruzzi, Central Italy*. Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen, Proc., B, 74 (2), 156-184.
- RASSE M. (1988) - *Observations preliminaires sur l'evolution quaternaire de quelques blocs failles die la montagne ombrienne (Italie centrale)*. Physio. Geo., 18, 47-62.
- SCARSELLA F. (1947) - *Sulla geomorfologia dei Piani di Castelluccio e sul carsismo dei Monti Sibillini*. Boll. Soc. Geol. It., 66, 28-36.
- POSTPISCHL D.(Ed) (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR, P.F.G., Quad. Ric. Scient., 144 (2B), Bologna.
- STOPPA F. & VILLA I. (1991) - *Nuove datazioni dal distretto Ultraalcalino Umbro Laziale*. Atti Workshop "Evoluzione dei bacini Neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale", Pisa, 12-13 giugno 1991.
- SUC J. (1982) - *Palynastratigraphie et Paléoclimatologie du Pliocène et du Pléistocène inférieur en Méditerranée nord-occidentale*. C.R.Ac.Sc. Paris, ser.2, 294, 1003-1008.
- TWIDALE C.R. (1976) - *Analysis of landforms*. John Wiley & Sons, Sydney.
- WASSON R.J. (1977) - *Last glacial alluvial fan sedimentation in the Lower Derwent Valley, Tasmania*. Sedimentology, 24, 781-799.