

ALDO CINQUE (*), CRESCENZO LICCARDO, BIAGIO PALMA, LUCIA PAPPALARDO,
CARMEN ROSSKOPF (*) & CIRO SEPE

LE TRACCE GLACIALI NEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO (APPENNINO CENTRALE): NOTA PRELIMINARE

Abstract: CINQUE A., LICCARDO C., PALMA B., PAPPALARDO L., ROSSKOPF C. & SEPE C., *The glacial traces in the «Parco Nazionale d'Abruzzo» area (Central Apennines): preliminary note* (IT ISSN 0391-9838, 1990).

In the mountainous area of the «Parco Nazionale d'Abruzzo», characterized by several massifs with maximum altitudes frequently above the 2 000 m, a large number of glacial traces can be observed. The examination of new evidence discovered and the re-examination of those already known has permitted to reconstruct several distinct glacial events. In the studied area the cirques are the most frequent forms due to glacial modelling, even though other glacial remains like troughs and moraine deposits are found in association with them. In a number of places the existence of several episodes of glaciation is provided by the occurrence of a cirque stairway observed on the same slope. Starting from the more complete and best preserved local sequence an attempt was made to put into order all the other glacial traces. Correlations have been based on relative position and morphology of the cirques and the snow limits. As a result, it seemed likely to refer the observed evidence to four distinct events of glaciation. The first glacial event (pre-würmian glaciation, probably Riss) is characterized by a snow limit situated about 1 340 meters a.s.l. and evidenced by few glacial forms in the massifs of Toppe del Tesoro, S. Nicola and the Meta Mountains. They consist of large badly preserved cirque-like depressions situated about 1 300-1 400 meters a.s.l., and moraine deposits whose position and distribution largely contrasts with the actual orographic configuration.

During a new glacial advance (maximum würmian expansion) the snow limit rose to 1 560 m. Numerous are the traces relative to this advance, consisting in a large number of erosional forms, like cirques and glacial troughs, and morainic deposits which frequently preserve their original morphology forming lateral and frontal moraines.

The third event (first late Würmian stage = first apenninic stage of FEDERICI, 1979) is characterized by a further rise of the snow limit now situated about 1 760 m. The evidences relative to this minor expansion consist only of erosional forms except one morainic deposit recognized on the eastern side of the Meta Mountains. Effects relative to the fourth event (second late Würmian stage = second apenninic stage of FEDERICI, 1979) can be observed only in the reliefs situated North of the Sangro Valley and in the Meta Mountains, while in the other reliefs the snow limit, situated about 1 970 m, had already reached or passed the altitude of their highest peaks.

A summary examination of the distribution and the morphological features of the glacial traces studied shows that the area South of the Sangro valley seems to have developed greater glaciers than the part of the studied area situated at the North of the same valley.

KEY WORDS: Pleistocene, Glaciation, Glacial Morphology, Central Italy.

Riassunto: CINQUE A., LICCARDO C., PALMA B., PAPPALARDO L., ROSSKOPF C. & SEPE C., *Le tracce glaciali nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Appennino Centrale): Nota preliminare* (IT ISSN 0391-9838, 1990).

Il Parco Nazionale d'Abruzzo costituisce un'area particolarmente ricca di evidenze glaciali che sono tra le più interessanti di tutta la catena appenninica.

I suoi rilievi maggiori, che superano spesso i 2 000 m, mostrano di aver subito durante il Pleistocene un intenso modellamento glaciale, articolatosi in più eventi, ed evidenziato da numerose forme di erosione e di deposito. In vari gruppi montuosi l'esistenza di più eventi glaciali viene testimoniata dalla presenza di una serie di circhi disposti a gradinata su uno stesso versante. Partendo dalla serie locale più completa e meglio conservata si è poi cercato di correlare le altre tracce glaciali rilevate. Nelle correlazioni effettuate si è tenuto conto di una serie di parametri quali le posizioni relative, le dimensioni, la morfologia e le quote di impostazione dei circhi, valutati insieme ai parametri caratterizzanti i depositi morenici associati. In base a questo esame sembra possibile riferire le tracce osservate a quattro distinti eventi di glacializzazione.

Il primo evento glaciale (glaciazione pre-würmiana, probabilmente rissiana) risulta evidenziato solo in alcuni rilievi ed è caratterizzato da un limite delle nevi persistenti situato sui 1 340 m. Esso viene testimoniato da ampie conche circoidee mal preservate i cui fondi si collocano a quote comprese tra i 1 300 ed i 1 400 m e da depositi morenici la cui distribuzione risulta essere in forte incongruenza con l'attuale orografia.

Numerose tracce glaciali, sia di erosione che di deposito, evidenziano in tutta l'area un notevole sviluppo dei ghiacciai durante una successiva avanzata (massima espansione würmiana), quando il limite delle nevi persistenti si trovava sui 1 550 m. Oltre a numerosi circhi si osservano ancora altre forme di erosione legate all'azione dei ghiacciai quali truogoli e superfici montonate. I depositi morenici il più delle volte hanno conservato bene la loro originaria morfologia e consentono di riconoscere cordoni laterali e frontali in varie valli. Questi, insieme alle altre evidenze, dimostrano che i ghiacciai durante questa avanzata scesero fino ad una quota intorno ai 1000 m.

La distribuzione, la frequenza, le quote di impostazione e le dimensioni dei circhi riferiti al terzo evento glaciale (I fase stadiale tardo würmiana = I stadio apenninico *sensu* FEDERICI, 1979), per il quale

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli
Lavoro eseguito e pubblicato con il contributo M.P.I. 60% 1989 (Resp. A. CINQUE) e C.N.R. n. 90.00713CT05 (Resp. L. BRANCACCIO).

si è calcolato un limite delle nevi persistenti sui 1 760 m, evidenziano un glacialismo già notevolmente ridotto.

Effetti del quarto e ultimo evento glaciale riconosciuti nell'area studiata (II fase stadiale tardo würmiana = II stadio appenninico *sensu* FEDERICI, 1979) si osservano ancora nei rilievi situati a N della Valle del Sangro e nella catena dei Monti della Meta, mentre negli altri rilievi il limite delle nevi, calcolato sui 1 970 m, aveva già raggiunto o superato le loro cime maggiori. L'esame complessivo dei dati e dei valori del limite delle nevi calcolati ha consentito, inoltre, di fare alcune prime considerazioni sulle caratteristiche del fenomeno glaciale evidenziato e sui parametri climatici ed orografici che lo hanno condizionato. Innanzitutto, si evidenzia uno sviluppo maggiore del fenomeno glaciale nel settore a S del Fiume Sangro. I dati non consentono, invece, di confermare una generalizzata variazione tendenziale del limite delle nevi in funzione delle variazioni, a scala regionale, dei parametri climatici. Una simile tendenza risulta solo parzialmente accennata e spesso mascherata dalle escursioni altimetriche dei limiti delle nevi causate da fattori prettamente orografici. Altrettanto difficile si è rivelato il tentativo di valutare l'influenza dell'esposizione dei versanti sui valori dei limiti delle nevi locali a causa della particolare orografia dell'area in esame nella quale certe esposizioni sono arealmente molto poco rappresentate.

TERMINI CHIAVE: Glacialismo pleistocenico, Morfologia glaciale, Appennino Centrale.

INTRODUZIONE

In questo articolo sono esposti i primi dati e risultati di ricerche sulla glaciazione pleistocenica nell'Appennino Abruzzese. Il gruppo di ricerca è stato autorizzato dalla direzione del Parco Nazionale d'Abruzzo a compiere i suoi controlli sul terreno e si è potuto avvalere della gentile assistenza logistica e tecnica dell'Ente Parco.

In questa prima fase di ricerca è stato eseguito un rilevamento geomorfologico di dettaglio preceduto e affiancato da un riesame critico della scarsa letteratura specifica esistente e da uno studio delle foto aeree relative a tutto il territorio. In base ad un primo esame dell'area si è individuata una serie di rilievi su cui focalizzare l'attenzione; in seguito all'analisi e classificazione sistematica delle tracce glaciali riconosciute (rilevate per la prima volta o segnalate già precedentemente) si è poi proceduto a raggrupparle in varie generazioni riferite a diversi eventi glaciali ed al calcolo dei rispettivi limiti delle nevi.

CONOSCENZE PRECEDENTI

Gran parte degli studi sul glacialismo pleistocenico dell'Appennino Abruzzese risalgono alla prima metà di questo secolo. A studiosi come HASSERT (1900), CHELUSSI (1901), FRANCHI (1918, 1919) e ALMAGIÀ (1919) va il merito di aver raccolto primi dati e descrizioni relative a tracce di modellamento glaciale nell'area del Parco Nazionale d'Abruzzo e nelle zone limitrofe.

Successivi studi, tra cui quelli del SACCO (1928), del GORTANI (1930, 1931), del SESTINI (1930, 1933, 1934) e del SUTER (1933), hanno contribuito a inquadrare con sempre crescente dettaglio lo sviluppo e le caratteristiche salienti del fenomeno glaciale in quest'area. Essi hanno dato inizio, inoltre, ad una serie di ricerche in cui il calcolo

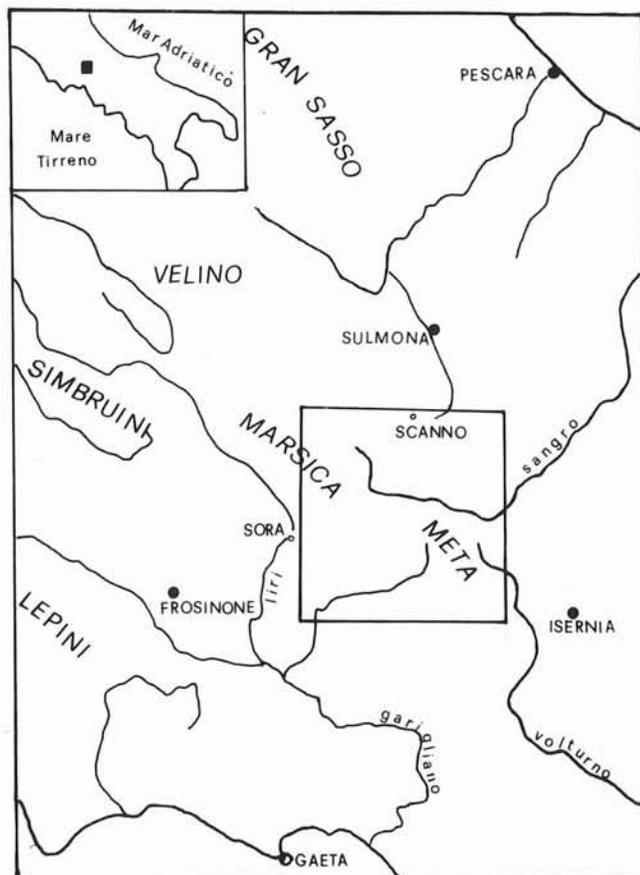


FIG. 1 - Ubicazione geografica dell'area in esame.

del limite delle nevi perenni diventa uno strumento fondamentale nel valutare l'entità e la cronologia delle fasi e stadi glaciali ricostruiti. Così il GORTANI (1931) calcola per la glaciazione da lui riconosciuta (che ritiene sia di età würmiana) un limite delle nevi di 1 850-1 900 m e di 1 600-1 650 m per i rilievi situati rispettivamente a N ed a S del Fiume Sangro. Il SUTER, in base all'altitudine dei circhi, calcola per l'Appennino Abruzzese un limite delle nevi persistenti durante l'ultima glaciazione di 1 600-1 700 m sui versanti settentrionali e di 1 800-1 900 m su quelli meridionali. In un suo successivo lavoro esegue una analisi accurata dei dati raccolti da altri studiosi e da lui stesso, che gli permette di tracciare un quadro più completo dell'ultima glaciazione nell'Appennino Centrale. Questa analisi gli consente, inoltre, di valutare, sia pur molto limitatamente, l'influenza dei fattori climatici ed orografici sullo sviluppo del fenomeno glaciale. Secondo il SUTER si sarebbero verificate due glaciazioni per le quali ipotizza rispettivamente un'età rissiana e würmiana. La glaciazione würmiana sarebbe stata caratterizzata da 2-3 stadi di ritiro susseguiti velocemente come dimostrerebbero le successioni di morene stadiali da lui rilevate in Val Chiarano e sull'altopiano Le Forme, situati rispettivamente a N della dorsale di Serra Le Gravare-Monte Greco e sul versante ad Est di Monte La Meta.

Con altri interessanti lavori di sintesi come quello del TREVISAN (1940) e del SACCO (1941) si chiude questa importante fase di ricerca. Successivi studi, date le tematiche e/o limiti areali diversi, non si sono occupati in modo specifico del glacialismo di quest'area. Tra questi è da segnalare, in particolare, lo studio di MESSERLI (1967) sull'andamento del limite climatico delle nevi würmiano ed attuale nel bacino mediterraneo. Questa ricerca vede sostanzialmente confermata la già nota tendenza all'innalzamento del limite delle nevi würmiano spostandosi dal Tirreno verso l'Adriatico ipotizzata da SUTER (1939) ed altri studiosi anche per l'Appennino Centrale. Numerose ricerche eseguite in tempi recenti in altre aree dell'Appennino centro-meridionale hanno contribuito a dare un quadro sempre più organico e dettagliato delle caratteristiche del glacialismo appenninico e consentito di formulare alcune attendibili ipotesi circa la cronologia delle fasi glaciali e tardiglaciali rilevate (BOENZI & PALMENTOLA, 1972, 1975; CASSOLI & *alii*, 1986; DAMIANI & PANNUZI, 1976, 1979; DAMANGEOT 1963; FEDERICI 1979, 1980; PALMENTOLA & ACQUAFREDDA, 1983). Interessanti dati ha fornito, infine, lo studio recente di FREZZOTTI & GIRAUDI (1989) sulla conca di Aremogna. Su questo altopiano, situato ad E della dorsale di Toppe del Tesoro, è stata rilevata una significativa sequenza di depositi tardi e postglaciali. Le datazioni, effettuate con il metodo del radiocarbonio, hanno consentito di precisare per quest'area alcune tappe morfoevolutive successive alla scomparsa definitiva dei ghiacciai. Questo sarebbe avvenuto almeno 13 000 anni fa, come andrebbe a confermare l'età di 12 850 BP di un livello di torba che poggia su ghiaie fluvio-glaciali attribuite alla fase di ritiro dei ghiacciai nel Würm III.

CENNI DI GEOLOGIA

L'area del Parco Nazionale d'Abruzzo, di cui è uscita recentemente la carta geologica (BIGI & *alii*, 1986) è caratterizzata da una serie di dorsali le cui cime massime superano spesso i 2 000 m. Si tratta di strutture monoclinali, in gran parte allungate in senso appenninico, che si susseguono da SW verso NE, limitate da faglie inverse o sovrascorrimenti sui versanti orientali e da faglie normali su quelli occidentali. I rilievi presenti nell'area fanno parte delle strutture di Monte Cornacchia-Monte Brecciosa, di Monte di Valle Caprara-Monte Turchio, di Montagna Grande-Monte Marsicano, di Montagna di Godi-Montagna di Preccia, di Serra Rocca Chiarano-Serra Sparvera e dei Monti della Meta.

L'ossatura di queste dorsali risulta costituita da successioni carbonatiche mesozoico-paleogenee rappresentate in prevalenza da calcari, anche selciferi, calcari dolomitici e subordinatamente dolomie, che si distinguono, da Ovest verso Est, in varie facies (di piattaforma, di scogliera e periscogliera, di transizione al mare aperto).

Nelle principali depressioni vallive, di origine tettonica ed impostate su terreni argilloso-arenacei di età mioce-

nica, si rinvengono depositi quaternari (in prevalenza di origine fluviale l.s.), la cui età e significato sono in larga parte ancora da chiarire.

L'impostazione e lo sviluppo del reticolo idrografico risultano strettamente legati all'assetto tettonico dell'area ed agli eventi neotettonici che hanno condizionato fortemente la sua evoluzione morfologica. Un importante ruolo nel modellamento del paesaggio hanno esercitato i processi carsici e, ancora di più, quelli glaciali, che risultano evidenziati da numerose e diffuse associazioni di forme di erosione e di deposito.

PROBLEMI METODOLOGICI

La scelta dei metodi più idonei al calcolo del limite delle nevi persistenti si è rivelata non facile sia per la variabilità tipologica delle tracce glaciali su cui applicarli sia per la incerta affidabilità e/o non buona correlabilità dei risultati ottenuti con metodi diversi.

In prima approssimazione si è utilizzato il metodo di Louis (DEMANGEOT, 1966) che, facendo coincidere il limite delle nevi con la quota media del fondo del circo glaciale risulta applicabile alla stragrande maggioranza dei circhi esistenti nell'area. Esso ha consentito un primo confronto tra i diversi gruppi montuosi esaminati e, in particolare, tra i circhi presenti su uno stesso rilievo e/o versante. Laddove possibile, il valore del limite delle nevi così ottenuto è stato mediato con i valori ottenuti applicando il metodo di Hoefler (HOEFER, 1922) e/o quello di Lichtenegger (GROSS & *alii*, 1978).

Non è stato sempre possibile ottenere tutta la precisione che i vari metodi di calcolo del limite teoricamente consentono, e ciò sia per il cattivo stato di conservazione delle forme di erosione e/o presenza di forme poco marcate, sia per la incompletezza dei corpi morenici rilevati. Perciò in diversi casi i valori calcolati sono da considerare approssimativi, mentre altre volte essi forniscono solo un valore minimo o massimo dell'abbassamento del limite delle nevi persistenti.

Ovviamente i valori calcolati con i metodi scelti, dati i diversi parametri su cui si basano, non risultano confrontabili tra di loro. Va osservato inoltre che il metodo di Lichtenegger sembra essere quello più affidabile come dimostrerebbe la verifica attualistica effettuata da GROS & *alii* (1978) basandosi sul metodo della «divisione areale 2:1».

IL MODELLAMENTO GLACIALE E IL LIMITE DELLE NEVI PERSISTENTI

Tra le testimonianze di antiche fasi di modellamento glaciale quelle che più diffusamente si ritrovano sono certamente i circhi. A seguito del nostro rilevamento essi sono risultati molto più numerosi di quanto precedentemente segnalato. In vari gruppi montuosi si è osservato, su uno stesso versante, una disposizione dei circhi a «gradinata», con stato di conservazione crescente verso l'alto, che costituisce una testimonianza inequivocabile della presenza

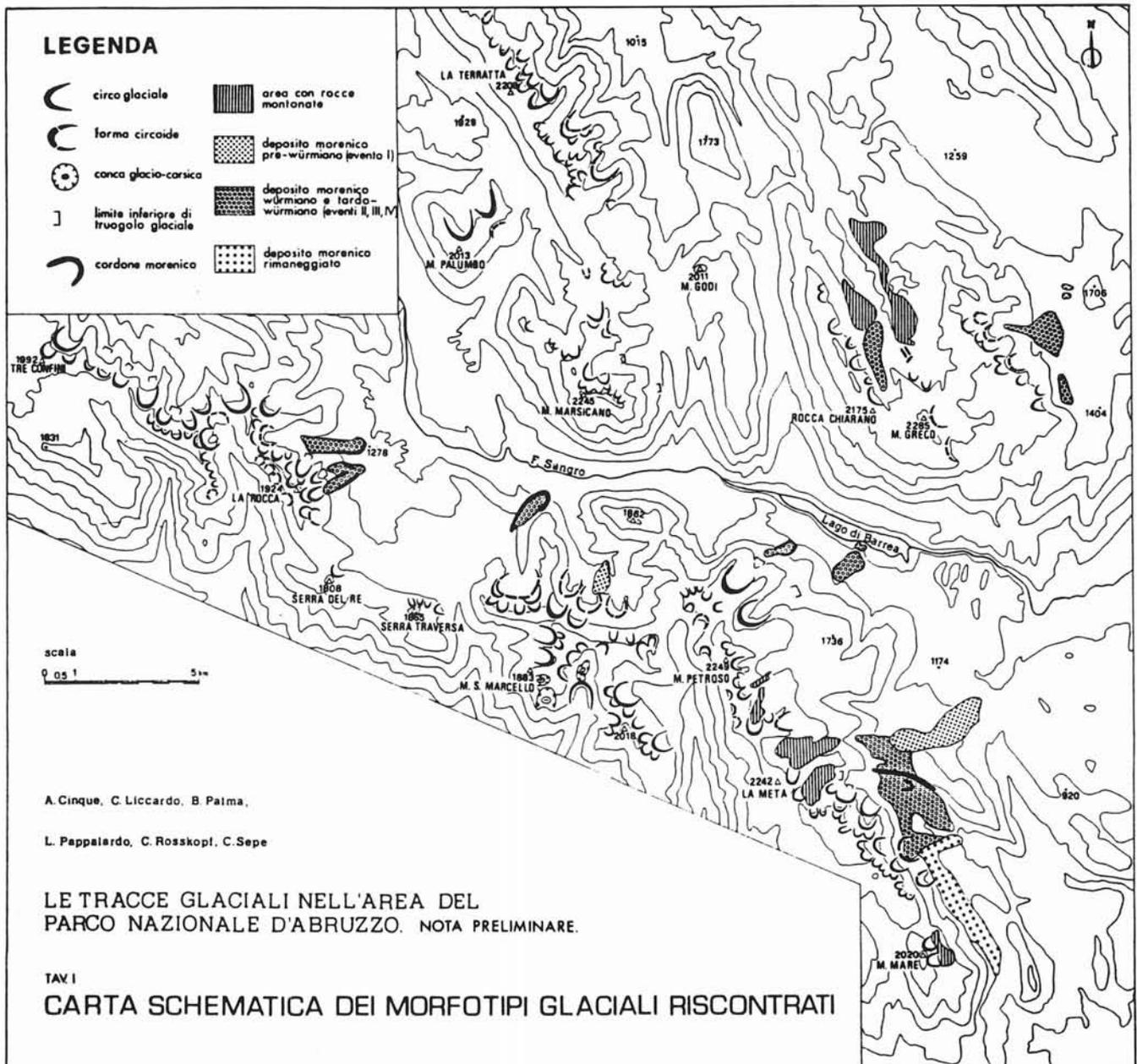


TAVOLA 1 - Carta schematica dei morfotipi glaciali riscontrati (riduzione semplice dal rilevamento originale in scala 1:25.000).

di più eventi glaciali. Questo fatto, insieme all'analisi morfologica, ha consentito di confermare che non tutti i circhi rilevati sono riferibili alla stessa fase di modellamento glaciale e che essi sono raggruppabili in più generazioni, seguendo un criterio che tiene conto della loro forma e grandezza, del grado di conservazione, della presenza o meno di detrito attivo, della quota di impostazione e della posizione relativa.

Al contrario dei circhi, i depositi morenici sono risultati meno diffusi di quanto segnalato in precedenza. Solo

in qualche caso essi conservano la loro originaria morfologia ed estensione areale ed è per questo che hanno trovato un uso limitato nel calcolo del limite delle nevi. Il loro riconoscimento e mappatura sono risultati abbastanza difficili ed hanno richiesto un attento e sistematico controllo del terreno. Ciò sia per l'assenza quasi completa di tagli artificiali e la presenza di una fitta copertura boschiva, sia per la presenza di rocce cataclastiche, che in seguito a carsificazione danno luogo a morfologie e a manti alteritici facilmente confondibili con paesaggi morenici.

LE TRACCE GLACIALI

I risultati del nostro rilevamento, eseguito sulla base topografica alla scala 1:25 000, sono riportati nella tavola 1, tratta dai Fogli della Carta d'Italia alla scala 1:100 000 dell'I.G.M., con una equidistanza tra le isoipse di 200 m.

Per comodità di esposizione, nelle descrizioni che seguono, gli episodi glaciali ricostruiti sono stati riferiti direttamente a distinti eventi (*) (I, II, III e IV), anticipando le correlazioni effettuate tra le varie successioni locali che vengono riportate nella tab. 1.

Serra della Terratta:

I circhi si rinvergono nella parte medio-alta dei Valloni di Ciaccariello, Carapale, Terratta e nella testata della Valle Franchitta. Poiché si osserva una loro frequente disposizione a gradinata, essi, in base alle loro caratteristiche, posizioni relative e quote di impostazione, sono stati raggruppati in tre generazioni. Al secondo evento glaciale vanno correlate le ampie forme circoidi presenti nel Vallone del Carapale e di Ciaccariello, con fondi situati a circa 1 550/1 600 m e quote massime non superiori a 1 800 m. Le due successive avanzate (eventi III e IV) sono rappresentate da due livelli di circhi, caratterizzati da quote massime oscillanti rispettivamente tra 1 900/2 000 e 2 000/2 100 m. L'assenza di depositi morenici, oltre a poter essere spiegata con una modesta azione deposizionale durante gli eventi più recenti, è dovuta probabilmente anche alla fisionomia stessa delle valli, piuttosto strette e con versanti generalmente ripidi, che non hanno consentito l'accumulo e la conservazione di depositi morenici.

M.te Marsicano:

Si sono evidenziate due generazioni di circhi, che si distinguono nettamente per dimensioni e morfologia, attribuite da noi rispettivamente agli eventi glaciali III e IV. I circhi sono ubicati sui versanti orientale ed occidentale di Serra del Campitello nelle testate delle valli di Corte, di Orsara, di Gotta, e della piccola vallecchia situata subito a S della Valle di Grotta. La Valle di Grotta presenta, nel suo tratto medio-alto, un profilo ad U più o meno ben conservato. Il suo modellamento sembra essere correlabile al ghiacciaio che dal circo situato in testata scendeva durante il terzo evento glaciale fino ad una quota inferiore prossima a 1 600 m. Anche il tratto medio della Valle Orsara, posto a monte del gradino situato intorno a 1 800 m, presenta un profilo particolare, caratterizzato da un fondo piuttosto piatto e pareti ripide, tipico di un truogolo. Non si sono rilevati depositi glaciali associati a queste forme di erosione, che potrebbero confermare l'ipotesi circa la presenza di ghiacciai in queste valli durante la terza avanzata. Anche altri settori di questo rilievo risultano privi di depositi morenici. L'esistenza, quindi, di vari piccoli cordoni morenici laterali di morenici frontali segnalati nella Carta Geologica del Parco, non ha trovato conferma nel nostro rilevamento. I circhi relativi al quarto evento, posti a quote comprese tra 2 000 e 2 200 m, suggeriscono delle forme di erosione poco marcate. Esse suggeriscono che, qui come in altre valli, l'azione di modellamento glaciale durante questa avanzata si sia sostanzialmente limitata a ritoccare forme di erosione già esistenti.

Monte Palumbo:

Su questo piccolo rilievo, che borda ad Ovest la struttura di Montagna Grande-Monte Marsicano, si evidenziano due circhi ubicati sul versante settentrionale, che sono stati attribuiti al secondo evento. Si tratta di forme piuttosto svasate e di notevoli dimensioni, i cui fondi si possono ubicare intorno a 1 700 m. La morfologia dei tratti vallivi, che collegano i circhi con la conca situata a N di essi sembra indicare che i ghiacciai, ai quali si deve il modellamento dei circhi, siano scesi nella conca fino ad una quota inferiore di 1 600 m. Da dirette osserva-

zioni risulta, invece, che la piccola dorsale di Coppo della Pollinella (1 648 m) che delimita verso N la conca di cui prima è in roccia e non costituisce, come segnalato nella Carta Geografica del Parco, un cordone morenico frontale.

Serra Rocca Chiarano:

I circhi si trovano ubicati esclusivamente sul versante orientale della dorsale ed hanno, ad eccezione di uno (impostato su una fascia di fratturazione tettonica), delle dimensioni molto modeste. I loro fondi si collocano a quote comprese tra i 1 975 e i 2 075 m, ed alcuni di essi mostrano di aver ospitato dei piccoli ghiacciai vallivi che sono scesi sull'antistante Piano delle Gravare contribuendo forse alla formazione dei depositi morenici che si estendono fra i 1 975 ed i 1 875 m di quota, ricoprendo interamente la parte meridionale della conca. Tali depositi risultano completamente coperti dalla vegetazione, ma si distinguono facilmente dalla roccia affiorante nei dintorni per la loro morfologia dolcemente ondulata. I volumi di roccia erosi dai circhi sono molto inferiori a quelli stimabili per il complesso morenico. Pertanto si ritiene probabile che sia stato un ghiacciaio più esteso, che probabilmente ricopriva tutta la conca, ad abbandonare, in una avanzata precedente, gran parte di questo detrito. A questo ghiacciaio sarebbe anche da attribuire il modellamento del settore settentrionale dell'altopiano che assume il tipico aspetto di un paesaggio montonato. In base alla morfologia osservata ed alle quote medie del Piano delle Gravare, le tracce glaciali su di esso individuate vengono riferite al secondo evento glaciale. Si ritiene però probabile che ci sia stato qualche sia pur modesto rimodellamento durante una avanzata successiva. I circhi sono stati riferiti, invece, al quarto evento glaciale.

Serra le Gravare:

Su questa piccola dorsale, limitata a S dalla cima di M.te Greco, sono stati evidenziati due circhi di dimensioni piuttosto modeste. Questi circhi, caratterizzati da quote minime intorno a 1 900-1 970 m, in base alle loro caratteristiche, sono da ritenere presumibilmente coevi di quelli situati sulla dorsale di Serra Rocca Chiarano, e quindi, da riferire anch'essi al quarto evento glaciale. Sui versanti orientali di Monte Greco (2 285 m) e M. Chiarano (2 178 m) si osservano, inoltre, due piccole forme circoidi poco marcate e con pareti ad ampio raggio di curvatura situate a circa 2 050/2 100 m. Ai circhi di Serra Le Gravare risultano correlabili la piccola morena frontale (1 818 m), che limita il Lago di Pantaniello (vedi fig. 2), ed altri due piccoli cordoni laterali, destro e sinistro, posti a qualche centinaio di metri più a valle ad una quota intorno ai 1 800 m. Quest'ultimi, situati a poca distanza uno dall'altro, evidenziano una prima sosta del ghiacciaio di Serra Le Gravare durante il suo ritiro definitivo, quando si era ormai ridotto ad una lingua molto stretta. Durante una sua successiva sosta si ha poi la formazione del piccolo arco frontale. Sul Piano Polverino, situato a valle della strettoia che chiude verso N la conca del Lago Pantaniello, si osservano delle forme di erosione prodotte da un ghiacciaio che copriva presumibilmente tutto il ripiano conferendogli una morfologia dolce e caratterizzata dal susseguirsi di piccoli e spesso oblungi dossi rocciosi. Verso valle si segue questa morfologia lungo una fascia che borda l'attuale incisione del T. Chiarano fin verso una quota intorno a 1 700 m. Qui, a circa 1 km a S de «il Casone» si nota un ampliamento a ventaglio dell'area montonata che si estende ulteriormente verso N fino ad una quota intorno a 1 650 m. Circa la presenza di una morena frontale, che chiuderebbe verso valle il Piano di Posta Chiarano, e di un altro arco frontale situato nella zona di Bocche Chiarano intorno a 1 700-1 750 m, che sono stati segnalati da vari autori, il nostro rilevamento non ha fornito nessun indizio. In analogia a quanto ipotizzato per la zona di Rocca Chiarano si ritiene che il ghiacciaio che occupava questi ripiani sia da riferire al secondo evento, e che ci sia stata una qualche ripresa del modellamento glaciale durante la successiva avanzata.

Toppe del Tesoro:

I circhi evidenziati sono situati nella parte medio-alta delle Valli del Macchione, delle Gravare e di altre due valli più piccole, poste poco più a S delle prime. Essi sono stati raggruppati, in base alle loro caratteristiche, in due generazioni riferite rispettivamente al secondo e terzo evento glaciale. I circhi si affacciano verso E-ENE sull'antistante Piano di Aremogna, dove è stata recentemente segnalata un'in-

(*) Onde evitare equivoci si adotta il termine volutamente generico di «evento» in quanto alcune delle tracce riconosciute potrebbero da riferirsi a semplici fasi ed altre a stadi glaciali.

Fig. 2 - La conca del Lago di Pantaniello (1 800 m) situata a N nella dorsale di Serra Le Gravare. Al centro il piccolo arco morenico frontale (1 818 m) riferito al quarto evento glaciale, che, rinforzato artificialmente, va a sbarrare il laghetto. In fondo si intravedono alcuni dei circhi della catena di Serra Rocca Chiarano.



teressante sequenza di depositi tardi e postglaciali (FREZZOTTI & GI-RAUDI, 1989). Su questo altopiano si rinvengono dei depositi morenici che riteniamo poter correlare alle forme circoidei situate fra 1 800 e 1 700 m di quota. Queste, per la loro morfologia, le quote di impostazione e le posizioni relative, sono state riferite al secondo evento glaciale anche se non è da escludere che esse si siano impostate su forme abbozzate già durante il primo evento glaciale. Questi depositi morenici si osservano nel settore occidentale dell'altopiano, alla base del versante orientale di Toppe del Tesoro, e sono localizzati rispettivamente nell'area antistante lo sbocco della Valle del Macchione e della Valle delle Gravare e, poco più a S, tra Stazzo e la Fonte. Questi accumuli morenici, simili per composizione e struttura e caratterizzati da spessori ed estensione elevati, conservano bene la originaria morfologia lobata e si spingono rispettivamente fino ad una quota minima di 1 475 m e 1 425 m. Qualche indizio morfologico, purtroppo non confortato da evidenze stratigrafiche, fa comunque sospettare che il corpo morenico di Valle del Macchione-Valle delle Gravare derivi dalla sovrapposizione di più eventi glaciali (eventi II + III). La correlazione di questi depositi morenici con le forme circoidei si giustifica con il fatto che, in base alle stime fatte, il volume complessivo di roccia erosa in corrispondenza delle forme circoidei trova buona corrispondenza nel volume di materiale morenico depositato. Risulta, invece, difficile giustificare il volume di morena depositata con il volume di materiale eroso in corrispondenza dei circhi sovrastanti le forme circoidei. Si osserva, inoltre, che queste forme circoidei fanno capo a delle valli svasate, da noi ritenute di origine glaciale, mentre i circhi situati alle loro spalle risultano in parte nettamente sospesi. È possibile, comunque, come ipotizzato poco prima, che ci sia stata qualche aggiunta di detrito al corpo morenico di Valle del Macchione-Valle delle Gravare durante il successivo evento glaciale III. Un'altra formazione morenica, situata lontana da possibili pareti alimentatrici, con morfologia originaria per niente conservata e ridotta a due collinette residuali, si osserva presso il bordo settentrionale dell'altopiano, a S di Fonte la Guardia, a quote comprese tra 1 475 e 1 525 m. La morena risulta essere costituita da ciottoli e blocchi calcarei di dimensioni variabili e superiori anche ai 50 cm immersi in una matrice sabbioso-limoso molto abbondante. Nella parte medio-inferiore di un taglio alto 10 m circa (vedi fig. 3) si osservano alcuni accenni di stratificazione che fanno pensare ad un modesto rimaneggiamento del deposito. Questa morena, per la sua morfologia e posizione, è stata da noi riferita ad un episodio glaciale più antico (evento glaciale 1) durante il quale il ghiaccio doveva coprire l'intera conca che si trovava presumibilmente ad una quota media prossima o forse al di sopra del limite delle nevi. La posizione della

morena di Fonte la Guardia fa pensare che il deflusso del ghiacciaio avveniva almeno in parte verso N dove peraltro le creste si racchiudono la conca presentano ancora oggi le minime altitudini. Il fatto che la conca presenti attualmente la quota minima nel suo settore meridionale (1 404 m in corrispondenza di Lago di Castello) può essere spiegato con fenomeni di approfondimento carsico della depressione e di marcata aggradazione nel settore settentrionale per apporti morenici e fluvio-glaciali. Altre modifiche topografiche sono state probabilmente prodotte da dislocazioni tettoniche che, come evidenziato da FREZZOTTI & GI-RAUDI (1989), si sono prolungate fino a tempi olocenici, tendendo ad innalzare il settore nord-orientale rispetto a quello centrale.

Balzo di Giotto:

I circhi, situati sul versante orientale di Balzo di Giotto e su ambedue i versanti della piccola dorsale trasversale che collega M. Serrone con il Balzo dei Tre Confini, sono stati raggruppati in due generazioni, riferite rispettivamente al secondo e terzo evento glaciale. I circhi appartenenti a generazioni diverse, oltre a trovarsi in vari luoghi esposti a gradinata (Valle Fossato, Vallone Tassetto e Valle Celano), differiscono nettamente anche nelle dimensioni, sviluppo delle forme, e stato di conservazione. I circhi relativi al secondo evento glaciale, i quali non superano una quota massima di 1 800 m, sono per la maggior parte di dimensioni notevoli ma privi di una marcata concavità basale, mentre quelli ascritti al successivo evento, situati tra 1 775 e 1 950 m, costituiscono in gran parte dalle forme poco marcate e di dimensioni piuttosto ridotte. Non si è evidenziato alcun deposito morenico. Pertanto, dato anche il ridotto numero dei circhi risultati idonei al calcolo, i limiti delle nevi calcolati sono da considerare con prudenza.

La Rocca:

I circhi si rinvengono sia sul versante orientale che su quello occidentale di questa dorsale e sono raggruppabili in due generazioni riferite rispettivamente al secondo e terzo evento glaciale. Sul versante occidentale la generazione più antica è rappresentata da circhi situati a monte di brevi impulvi a quote comprese tra 1 700 e 1 900 m, che sono caratterizzati da forme poco sviluppate. Sul versante orientale, invece, la stessa generazione è rappresentata da circhi con forme ben marcate e di dimensioni nettamente superiori, i cui fondi si collocano a quote comprese tra 1 525 e 1 650 m. Ad alcuni di quest'ultimi sono stati correlati i depositi e cordoni morenici rilevati al piede del versante orientale di Monte Picco La Rocca - Monte La Rocca nell'area di fondovalle compresa tra l'incisione del Torrente Peschio e Lordo e la piccola dorsale trasversale di Cutino di M. Tranquillo. I cordoni mo-

FIG. 3 - Deposito morenico che affiora nei pressi di Fonte La Guardia ad una quota intorno a 1 500 m. In corrispondenza di questo taglio la morena, riferita al primo evento glaciale, risulta esposta per uno spessore di circa 10 m. Nella parte medio-inferiore della parete si osservano alcuni accenni di un modesto rimaneggiamento.



renici si presentano in buono stato di conservazione, costituendo dei dossi regolari coperti di erratici ed allungati parallelamente alle valli. Si distingue un cordone destro, deposto dal ghiacciaio di Peschio di Lordo presso lo sbocco della omonima valle fra 1 400 e 1 275 m. Ai ghiacciai che scendevano dai circhi di Monte La Rocca e Monte della Strega è da attribuire poi la deposizione di un cordone laterale destro e sinistro, che si spingono rispettivamente fino ad una quota inferiore di 1 325 e 1 350 m, e la formazione di un piccolo cordone mediano che si estende a quote comprese tra 1 500 e 1 400 m.

Serra del Re-Serra Traversa:

Su questa piccola dorsale le evidenze glaciali sono molto modeste limitandosi alla presenza di un paio di circhi, situati sul versante settentrionale delle dorsali di Serra del Re (1 808 m) e di Serra Traversa (1 865 m) e caratterizzati da quote massime intorno a 1 800 m. Le lo-

ro forme e dimensioni evidenziano una azione di modellamento glaciale molto limitata, per cui essi non sono risultati idonei per il calcolo del limite delle nevi il quale, tuttavia, può essere stimato intorno a 1 600-1 650 m. In base a questa stima i circhi sono stati riferiti al secondo evento glaciale.

M.ti San Nicola:

Questo gruppo montuoso si identifica con il versante settentrionale della dorsale che collega M. Panico (1 883 m), M. San Nicola (1 900 m) e M. Irto (1 960 m).

I circhi, raggruppabili in tre generazioni, occupano la parte medio-alta di due valli tributarie maggiori del Fiume Sangro, la Valle Fredda e la Valle Fondillo. La generazione più antica, riferita al primo evento glaciale, viene rappresentata da ampie conche circoidei non ben conservate, i cui fondi si collocano tra 1 325 ed 1 400 m. A questa genera-



FIG. 4 - Vista dall'alto del cordone laterale sinistro di Val Fredda, correlabile al ghiacciaio composto di Monte Panico-Monte Irto, che scendeva durante il secondo evento glaciale fino ad una quota di 1 150 m. Il cordone ha conservato bene la sua morfologia originaria e presenta la forma classica a dorso di balena.

zione sembra correlarsi il deposito morenico situato sul versante settentrionale di Colle dell'Osso (1 552 m) che si spinge fino ad una quota minima di 1 200 m. La sua deposizione, data la posizione decentrata ed i volumi di materiale deposto, non può essere, infatti, attribuita a nessuno dei ghiacciai formati durante uno degli eventi successivi. I circhi, con quote minime comprese tra 1 550 e 1 650 m, costituiscono delle forme di erosione più modeste rispetto alle forme circoidei, e sono stati ascritti al secondo evento. Ad essi vanno correlati i depositi morenici rilevati nella parte bassa della Valle Fredda. La morena ha in parte conservato la sua originaria morfologia e si evidenzia in sinistra orografica un bel cordone laterale (vedi fig. 4) che, partendo da una quota di 1 450 m, si congiunge verso valle ad un arco frontale che si spinge fino ad una quota minima di 1 150 m.

M.ti di S. Marcello:

Di questo gruppo fanno parte le cime situate intorno al Monte di San Marcello, il versante meridionale della dorsale di Monte Panico - Valico delle Gravare e quello orientale della dorsale Valico delle Gravare - Rocca Altiera.

I circhi, alcuni disposti a gradinata, presentano esposizioni molto variabili e si rinvencono nelle testate delle Valli Inguagnera, Lattara e Fischia. Essi, in base alle loro quote e caratteristiche, sono stati distinti in due generazioni, correlate rispettivamente al secondo e terzo evento glaciale. Resta incerto per ora il significato delle conche di Chiastra, Fondillo di Donato e Fondillo di Settefrati, i cui fondi, situati a quote comprese tra 1 650 ed 1 800 m, sono attualmente occupati da doline. Sembra, comunque, che la loro genesi sia legata all'azione di processi sia glaciali che carsici; pertanto, in via preliminare, esse sono state definite come delle conche glacio-carsiche. Qualora si trattasse invece di forme esclusivamente glaciali, esse sarebbero da correlare per le loro caratteristiche al secondo evento. Al primo evento si potrebbe eventualmente ascrivere la forma circoide situata in Val Fischia, subito a valle della conca di Fondillo di Settefrati, il cui fondo si colloca intorno a 1 450 m.

Rocca Altiera:

Le evidenze riferibili ad un modellamento glaciale sono piuttosto modeste, e sono state rilevate sul versante occidentale di Rocca Altiera e su quello meridionale della piccola dorsale che collega il Valico della Gravare con il Monte Irto. Si distinguono due generazioni di circhi che presentano quote minime comprese rispettivamente tra 1 625-1 700 m e 1 725-1 800 m. Queste due generazioni sono state

riferite in base alle loro posizioni altimetriche rispettivamente al secondo e terzo evento glaciale e sono rappresentati da circhi con forme comunemente ben sviluppate che si trovano in parte anche disposti a gradinata.

M.ti della Meta:

In questa catena sono stati ricostruiti quattro eventi glaciali (eventi I, II, III e IV) evidenziati da altrettanti generazioni di circhi e dai depositi morenici associati. I circhi si trovano disposti e varie altitudini, in parte a gradinata (vedi fig. 5), e si distinguono in base alle loro dimensioni, posizioni altimetriche, stato di conservazione e per la presenza o meno di detrito attivo. Tracce di erosione relative al primo evento si evidenziano sul versante ad Est di M. a Mare (2 160 m), dove si individuano delle ampie conche circoidei mal conservate, i cui fondi si collocherebbero intorno ad una quota di 1 300-1 350 m. A questo primo evento andrebbe riferito anche il deposito morenico di Rocca Ranalda, rilevato nella parte bassa del versante orientale del Monte Tartaro (2 109 m), che si esegue con interruzioni da Monte Montagnola (1 566 m) fin verso la Fonte Stalluccia (1 200 m). Esso, oltre a non conservare alcuna traccia della sua originaria morfologia, si trova in posizione di alto relativo isolato e aggettante di un centinaio di metri almeno rispetto alle circostanti valli, seguite dai ghiacciai durante i successivi eventi II, III e forse IV. Risulta pertanto impossibile ricostruire l'andamento della lingua glaciale alimentatrice di questa morena. Le caratteristiche orografiche fondamentali dell'area portano, comunque, a ricercare l'area di alimentazione del ghiacciaio che transitava per Rocca Ranalda in corrispondenza del tratto di versante NE dei M.ti della Meta compreso tra M. Metuccia e M. Altare. Tra questo primo evento glaciale e quello successivo a modificare l'orografia di queste aree sono intervenuti, oltre a fenomeni di erosione fluvio-carsica e di riesumazione morfoselettiva di scarpate di faglia (particolarmente evidenti lungo il versante SW di M. La Rocca), forse anche dislocazioni neotettoniche. Tra quest'ultime un ruolo importante sembra aver svolta la linea di direzione appenninica che va da Omero fino a Monte Sterpi d'Alto (1 966 m), alla quale si potrebbe attribuire un ribassamento relativo della dorsale della Meta rispetto all'area situata a NE della linea stessa. Un evento successivo (evento II) viene testimoniato da una serie di grandi circhi per lo più ben conservati, e da vari affioramenti di depositi morenici.

Un'idea dell'estensione delle aree coperte dai ghiacciai durante questa avanzata danno anche le ampie superfici montonate che si rinvencono sul versante orientale compreso tra il Monte Petroso (2 249 m)



FIG. 5 - Versante orientale della Metuccia (2 105 m) visto dall'altopiano Le Forme. Al centro si evidenziano i contorni di un grande circo con fondo posto a circa 1 700 m, che è stato correlato al secondo evento glaciale. Alle sue spalle, disposti a due livelli, si intravedono altri circhi riferibili ai successivi eventi III e IV.

FIG. 6 - In secondo piano la parte terminale della Valle di Rose con caratteristico profilo a U. Al centro i depositi del probabile *rock glacier* di Val di Rose, riferiti alla fine del secondo evento glaciale.



e il Monte La Meta (2 242 m) nelle parti alte di Valle Cupella, Valle Lunga, Valle dei Tartari e Valle Pagano. Fra i depositi morenici riferiti a questo secondo evento si distingue quello rinvenuto all'uscita della Valle di Rose (vedi fig. 6), che si estende tra 1 500 e 1 200 m di quota. Esso risulta limitato lateralmente da due dorsali strettamente affiancate che, aggirando l'ostacolo costituito dal Monte Mava, descrivono una leggera curva verso monte e scendono verso il Lago di Barrea fino ad una quota di 1 200 m. La formazione di questi «depositi morenici», caratterizzati dall'abbondanza di detrito angoloso immerso in matrice molto scarsa, e dalla presenza di lobi e archi in superficie, viene riferita allo scioglimento di una piccola lingua glaciale molto carica di detrito (o *rock glacier*?) avvenuto alla fine del secondo evento. Nello stesso evento è da inquadrare il modellamento della valle posta alle sue spalle che presenta chiaramente le caratteristiche di un truogolo. Uscendo da Val Iannanghera si osserva poi un complesso more-

nico situato tra 1 200 e 1 000 m di quota nella fascia pedemontana posta tra lo sbocco della valle ed il Lago di Barrea. Il deposito non conserva alcuna traccia della morfologia originaria. Distaccato da esso si osservano sulla riva del lago due piccole collinette formate nella parte alta, e per uno spessore di alcuni metri, da un deposito morenico costituito da clasti eterometrici immersi in una matrice arenitica scura, che poggia direttamente sul substrato flyschoido. Circa la loro genesi si ritiene probabile che esse si siano distaccate dal retrostante cumulo morenico perché coinvolte uno scivolamento sul substrato plastico flyschoido. Alla deposizione di tutto questo complesso morenico viene correlato il modellamento glaciale della Valle Iannanghera, che presenta, dall'area di testata fin verso il suo sbocco sulla Valle del Sangro, un profilo regolare e tipico a truogolo (vedi fig. 7). Altre estese coperture di materiale morenico si ritrovano sul versante ad est del Monte La Meta in corrispondenza della conca Le Forme (1 400 m) e nell'area



FIG. 7 - La parte alta della Valle di Iannanghera (Val Risione). Nonostante la foschia si evidenzia abbastanza bene il suo profilo ad U, caratterizzato da un fondo vallivo piuttosto piatto e pareti subverticali, che risultano mascherate nella parte medio-bassa dalle falde di detrito.

FIG. 8 - Deposito morenico de Le Forme, che copre la parte medio-bassa del versante orientale compreso tra Monte La Meta (2 242 m) e Monte a Mare (2 160 m). L'affioramento si colloca ad una quota di circa 1 275 m lungo la strada che scende dall'altopiano Le Forme a quello di Pizzone. La morena è caratterizzata da una scarsa elaborazione dei ciottoli e blocchi, spesso angolosi o solo debolmente smussati, ed è stata correlata ai ghiacciai di M. La Metuccia e M. a Mare che, unitisi in corrispondenza dell'altopiano, scendevano durante il secondo evento glaciale fino ad una quota inferiore di 1 050 m.



a NE di Monte Miele (1 942 m). La superficie del Piano de Le Forme risulta coperta interamente da un deposito morenico, che gli conferisce una caratteristica morfologia ondulata e si spinge fino ad una quota di 1 050 m. Al margine settentrionale della conca si è evidenziato, inoltre, un grande cordone laterale sinistro associabile al ghiacciaio composto di Val Pagano, il quale avanzava durante il secondo evento, come indica l'estensione dei depositi morenici (vedi fig. 8), fin verso una quota inferiore di 1 050 m. Il cordone assume uno spessore di 30-40 m e, partendo dall'estremità orientale di Monte Miele (1 942 m) da una quota intorno ai 1 560 m, scende lungo il margine settentrionale della conca fino ad una quota di 1 360 m. Nel settore a S dell'altopiano, sui versanti orientali di Coste dell'Altare e nella zona di Valle di Mezzo fino all'altazza di Monte Mare (2 020 m) si rinvengono un altro deposito morenico di notevole estensione che si spinge fino ad una quota inferiore di 950 m. Si tratta di materiale commisto a depositi di crollo, che è franato verosimilmente dai ripiani strutturali posti a mezza costa lungo il versante di M. Mare a quote comprese tra 1 300 e 1 470 m, e che proveniva dal modellamento dei circhi sommitali del versante medesimo i quali, in base alle loro caratteristiche e quote di impostazione, attribuiamo per lo più al terzo evento. Attribuibile ancora al terzo evento, sia pur con qualche dubbio, è il ben conservato archetto frontale che chiude verso SE la zona più depressa della conca ed è situato internamente al cordone morenico laterale sinistro descritto precedentemente. Esso costituisce una piccola dorsale, alta 4-5 metri, con l'estremità arcuata posta a circa 1 400 m.

DISCUSSIONE DEI DATI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella tabella 1 sono riportati i limiti delle nevi perenni calcolati per ogni gruppo montuoso insieme ad alcuni dati altimetrici relativi ai depositi morenici associati. La tabella permette, inoltre, di vedere nell'insieme quali sono i rapporti ipotizzati tra le varie successioni di fasi glaciali e stadiali ricostruite localmente.

Una esatta attribuzione climatostratigrafica dei vari episodi di modellamento glaciale da noi riconosciuti risulta difficile allo stato attuale della ricerca, considerata l'assenza

di depositi databili. Tuttavia, prendendo in esame le medie totali (tab. 1) del limite delle nevi calcolate per i vari eventi, insieme alle caratteristiche morfologiche delle forme di erosione e di deposito da ciascuno di esso prodotte, si può, avvalendosi anche del confronto con quanto evidenziato da altri autori in diversi settori dell'Appennino centro-meridionale (BOENZI & PALMENTOLA 1972, 1975; CASSOLI & *alii*, 1986; DAMIANI & PANNUZI 1976, 1979; FEDERICI 1979, 1980; PALMENTOLA & ACQUAFREDDA 1983) riferire alla massima espansione del Würm III ed a due successive fasi stadiali (Stadi appenninici I e II di FEDERICI, 1979) rispettivamente il secondo, il terzo e il quarto degli eventi glaciali riconosciuti nell'area in studio.

Meno facile risulta invece l'inquadramento cronologico del primo evento di modellamento glaciale. Per la sua portata esso deve essere riferito ad uno o più marcati e protratti periodi di raffreddamento. Il cattivo stato di conservazione delle forme di erosione e le quote alle quali esse si rinvergono, nonché la distribuzione areale degli associati depositi morenici, fortemente incongruente con l'orografia odierna, suggeriscono per questo evento un'età pre-würmiana. In altri termini riteniamo che le evidenze da noi incluse nel primo evento glaciale siano da riferire ad uno o più episodi glaciali di età rissiana o più antica.

La distribuzione, frequenza e tipologia delle tracce glaciali evidenzia uno sviluppo maggiore del fenomeno glaciale nel settore a S del Fiume Sangro. Ciò si rispecchia, sia pur limitatamente, anche nelle variazioni dei valori del limite delle nevi. Non è facile comunque verificare se questa distribuzione disuguale delle evidenze glaciali sia da collegare ad una variazione da un settore all'altro dei parametri paleoclimatici, oppure se le cause siano da ricercare in fattori prettamente orografici, quali l'estensione delle aree a quote superiori a quelle critiche, le altitudini massime dei rilievi, l'esposizione dei versanti e la configurazione to-

TABELLA 1 - Schema dei valori del limite delle nevi delle varie fasi di modellamento glaciale nell'area

GRUPPO MONTUOSO	EVENTI			
	I	II	III	IV
Serra della Terratta (q.max 2208)		L 1575	L 1845	L 1940
Monte Marsicano (q.max 2245)			L 1900	L 2000
Monte Palumbo (q.max 2013)		1650/1700 stima		
Serra Rocca Chiarano (q.max 2262)		Piano le Gravare montonato q. med 1875 ca.		L 1990, H 2035 med. 2020/2025 Mo q.min 1875
Serra le Gravare (q.max 2104)		Piano Polverino- Posta Chiarano montonato q. med 1750 ca.		L 1950, H 1920 med. 1935 Mo q.min 1810 (arco frontale)
Toppe del Tesoro (q.max 2140)	Piano Aremogna q. med 1450 Mo q.min 1475	L 1750, H 1635 med. 1690 Mo q.min 1425	L 1885	
Balzo di Giotto (q.max 1992)		L 1620	L 1800	
La Rocca (q.max 1924)		L 1600, H 1550 Li 1525 med. 1560 Mo q.min 1300 (cord. destro) Mo q.min 1325 (cord. destro) Mo q.min 1350 (cord. sinistro)	L 1700	
Serra del Re/S. Traversa (q.max 1865)		1600/1650 stima		
Monti di San Nicola (q.max 1960)	L 1350 Mo q.min 1200	L 1610, H 1475 Li 1475 med. 1510 Mo q.min 1150 (arco frontale)	L 1750	
Monti di San Marcello (q.max 2007)		L. 1650	L 1820	
Rocca Altiera (q.max 2061)		L 1675	L 1820	
Monti della Meta (q.max 2249)	L 1325 Mo q.min 1200	L 1610, H 1470 Li 1475 med. 1520 Mo q.min 1200 (cord. destro e sinistro) Mo q.min 1000 Mo q.min 1050 + Mo q.min 1360 (cord. sinistro) Mo q.min 1350	L 1845, H 1700 med. 1775 Mo q.min 1400 (arco frontale)	L 1935
MEDIE TOTALI	1340 (L 1340)	1550 (L 1635, H 1530, LI 1470)	1760 L 1820, H 1700)	1980 (L 1980, H 1980)

l.n. = limite delle nevi; Mo = deposito morenico
 cord. = cordone morenico laterale
 L, H, Li = l.n. calcolato rispettivamente con il metodo di Louis, Hoefler e Lichtenecker
 med. = valore medio del l.n. ottenuto mediando i valori calcolati con metodi diversi
 Medie Totali = medie dei valori medi del l.n. calcolati per i vari gruppi montuosi. In parentesi le medie totali ottenute utilizzando separatamente i risultati dei vari metodi di calcolo del l.n.
 q.min, med, max = quota minima, media, massima.

pografica in generale. In base ai valori del limite delle nevi calcolati, da usare comunque con prudenza, si possono tuttavia effettuare alcune osservazioni circa le variazioni di intensità del fenomeno glaciale in rapporto alla posizione geografica ed alla orografia dei vari rilievi. La tendenza all'innalzamento del limite nivale da SW verso NE, spostandosi cioè dal versante tirrenico (sotto l'influenza di un clima più oceanico) verso il versante adriatico (dominato invece da un clima più continentale), largamente ipotizzata in letteratura anche per questo settore dell'Appennino Centrale, trova conferma solo parziale nei dati raccolti. Riguardo la fase prewürmiana, i dati sono troppo scarsi e non permettono di fare alcuna ipotesi. Per la fase di massima espansione würmiana i valori del limite delle nevi non evidenziano una generalizzata tendenza all'innalzamento verso NE, soprattutto se si considerano i valori calcolati con il metodo di Louis. Fa eccezione il rilievo di Toppe del Tesoro, situato all'estremità orientale dell'area in esame, per il quale si potrebbero invocare spiegazioni di tipo tettonico. I limiti nivali relativi al primo stadio tardo-würmiano sembrano invece rispecchiare una certa influenza della posizione dei vari rilievi sullo sviluppo del fenomeno glaciale in generale e sulle quote di impostazione dei circhi in particolare. Si riconosce, infatti, una tendenza ad un leggero innalzamento del limite delle nevi verso Oriente. Da notare i valori particolarmente bassi ottenuti per le catene di Balzo di Giotto, La Rocca e San Nicola che possono essere spiegati con l'assenza di altre barriere orografiche a SW si esse. Evidenze glaciali riferibili al secondo stadio tardo-würmiano si rinvencono quasi esclusivamente nel settore a N della Valle del Sangro il che dimostra che il limite delle nevi aveva già raggiunto o superato le quote massime di gran parte dei rilievi situati a S del Sangro. I pochi valori calcolati per questa fase stadiale non consentono di confermare l'ipotesi di una variazione tendenziale su scala regionale del limite delle nevi. Essi, anzi, dimostrano che le influenze esercitate dai fattori orografici danno luogo, nel breve raggio, ed escursioni altimetriche dei limiti delle nevi che superano quelle legate alle variazioni a scala regionale dei parametri climatici.

Una situazione meritevole di commento è quella che si riscontra sulla dorsale di Toppe del Tesoro e nella adiacente conca di Aremogna. I limiti nivali relativi ai tre eventi qui ricostruiti (I, II e III) sono insolitamente alti. Mentre si possono ipotizzare, in base a vari indizi e considerazioni, dei movimenti tettonici importanti (di sollevamento e forse anche di basculamento) che hanno indizi sufficienti a confermare un più recente sollevamento dell'area (differenziale o in toto) di entità tale da giustificare i valori del limite delle nevi osservati.

Altri fattori influenzanti lo sviluppo glaciale risultano essere l'esposizione e le caratteristiche orografiche individuali dei vari rilievi. Circa l'influenza dell'esposizione dei versanti sui valori del limite delle nevi vale la pena ricordare che la particolare orografia dell'area esaminata, dominata da dorsali molto strette ed allungate in direzione circa appenninica (e quindi prive di versanti ad esposizione NW e SE di significativa estensione), non consente di

considerare l'insieme dei nostri dati utile ai fini di un tale tipo di valutazione.

Altro punto meritevole di attenzione è quello che si riferisce alla media totale (vedi tab. 1) particolarmente bassa del limite delle nevi relativo al terzo evento. Va notato che esso si abbassa a 1 760 m soprattutto a causa di un unico valore estremo che si riferisce all'arco frontale situato sull'altopiano Le Forme sul versante E di Monte La Meta (2 242 m) e posto a 1 400 m. Per quanto le nostre osservazioni ci portino a riferirlo al terzo evento, non è da escludere che esso testimoni una avanzata precedente.

Circa il mancato riscontro nell'area studiata di tracce glaciali ascrivibili ad una terza e quarta fase stadiale tardo-würmiana (III e IV stadio appenninico di FEDERICI, 1979) si può osservare che i limiti delle nevi calcolati dallo stesso autore per questi stadiali vanno a superare le quote massime dei gruppi montuosi da noi esaminati.

In conclusione vogliamo sottolineare che il lavoro fin qui svolto, mentre da un lato ha permesso di segnalare molti nuovi dati sul locale sviluppo dei fenomeni glaciali pleistocenici, ha anche messo in luce tutta una serie di problematiche interpretative e la necessità di più dettagliate indagini. È possibile che, nonostante l'attenzione critica prestata, i raggruppamenti in fasi da noi operati non corrispondano esattamente alla articolazione temporale del fenomeno glaciale in quest'area. D'altra parte lo scopo della prima fase di studio, alla quale la presente nota si riferisce, era appunto quello di effettuare una prima e generalizzata raccolta di dati, formulare una preliminare interpretazione morfoevolutiva e focalizzare le problematiche aperte.

BIBLIOGRAFIA

- ALMAGIÀ R. (1919) - *Tracce glaciali nei Monti Marsicani*. Boll. Soc. Geol. It., 38, 65-67.
- BIASUTTI R. (1923) - *Sull'antico limite delle nevi nell'Appennino centrale e meridionale*. Atti VIII Congr. Geogr. It., Firenze, (1921), 2, 65-67.
- BIGI G., COLACICCHI R., D'ANDREA M., PANNUZI L., PEZZOTTO M., PRATURLON A. & SIRNA G. (1986) - *Carta Geologica del Parco Nazionale d'Abruzzo 1:50.000*. Ente Autonomo Parco Nazionale d'Abruzzo, Roma.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1972) - *Nuove osservazioni sulle tracce glaciali nell'Appennino lucano*. Boll. Com. Glac. It., 20, 9-52.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1975) - *Osservazioni sulle tracce glaciali della Calabria*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 961-977.
- CASSOLI A., CORDA L., LODOLI C., MALATESTA A., MOLARONI M.V. & RUGGERI A. (1986) - *Il glacialismo quaternario del gruppo Velino-Ocre-Sirente*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 855-867.
- CHELUSI I. (1901) - *Alcuni fenomeni carsici e glaciali dell'Appennino aquilano*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 95-109.
- DAMIANI A.V. & PANNUZI L. (1976) - *La glaciazione würmiana nell'Appennino Laziale-Abruzzese. 1. Nota: Il ghiacciaio del F.so S. Onofrio dei Monti Simbruini-Ernici (Appennino Laziale)*. Boll. Serv. Geol. d'It., 97, 85-106.
- DAMIANI A.V. & PANNUZI L. (1979) - *La glaciazione würmiana nell'Appennino Laziale-Abruzzese. 2. Nota: I ghiacciai della Valle Granara e della Fiumata (Alta Valle dell'Aniene)*. Boll. Serv. Geol. d'It., 100, 287-310.

- DAMANGEOT J. (1963) - *La glacier rissien de Pietracamela (Apennin Abruzzais)*. Méditerranée, 4, 83-92.
- DEMANGEOT J. (1966) - *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Mem. Doc. CNRS, Paris, 403 pp.
- DEMANGEOT J. (1973) - *Neotectonique et dépôts quaternaires dans l'Apennin*. Acc. Naz. Lincei, Roma, 182, 215-240.
- FEDERICI P.R. (1979) - *Una ipotesi di cronologia glaciale würmiana, tardo e post-würmiana nell'Appennino Centrale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2, 196-202.
- FEDERICI P.R. (1980) - *On the Riss glaciation of the Apennines*. Zeit. Geomorph. N.F., 24, 1, 111-116.
- FRANCHI S. (1918) - *Tracce glaciali nell'alta Valle dei Liri*. Boll. Soc. Geol. It., 37, 41-44.
- FRANCHI S. (1919) - *Sviluppo relativo dei ghiacciai pliocenici nei Monti Simbruini e nell'adiacente Appennino Abruzzese*. Boll. Comit. Geol. It., 7, ser. 5, 229-257.
- FREZZOTTI M. & GIRAUDI C. (1989) - *La conca di Aremogna*. In: C.N.R.-E.N.E.A. Guida all'escursione: Elementi di tettonica pliocenico-quaternaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese (31.5.-02.6.1989). Soc. Geol. It., pp. 127.
- GORTANI M. (1930) - *Sui ghiacciai quaternari dell'Italia Centrale*. Atti XI Congr. Geogr. It., Napoli, 2, 96-106.
- GORTANI M. (1931) - *Sulla glaciazione quaternaria dell'Appennino Abruzzese*. Rend. R. Acc. Sc. Ist. Bologna, 35, 1-7.
- GROSS G., KERSCHNER H. & PATZELT G. (1978) - *Methodische Untersuchungen über die Schneegrenze in Alpinen Gletschergebieten*. Zeit. Gletscherk. Glazialgeol. 12, 223-251.
- HASSERT K. (1900) - *Tracce glaciali negli Abruzzi*. Boll. R. Soc. Geogr. It., 7, 620-628.
- HOEFER H. (1922) - *Die relative Lage der Firmlinie*. Peterm. Geogr. Mitteil., 68, p. 57.
- MESSERLI B. (1967) - *Die eiszeitliche und gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum*. Geogr. Helv., 22, 105-228.
- PALMENTOLA G. & ACQUAFREDDA P. (1983) - *Gli effetti dei ghiacciai quaternari sulla montagna del Matese, al confine molisano-campano*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6, 117-130.
- SACCO F. (1928) - *Diluvio glaciale in Val Sangro*. Atti R. Acc. Sc. Torino, 63, 133-143.
- SACCO F. (1941) - *Il glacialismo nell'Appennino*. L'Universo, 22, 569-602.
- SESTINI A. (1930) - *Lo sviluppo glaciale nell'Appennino secondo recenti studi*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. 6, 7, 822-827.
- SESTINI A. (1933) - *Nuove ricerche sulla glaciazione quaternaria dell'Appennino*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. 6, 10 179-182.
- SESTINI A. (1934) - *Nuovi contributi alla conoscenza della glaciazione pleistocenica dell'Appennino*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. 6, 11, 136-139.
- SUTER K. (1933) - *Die eiszeitliche vergletscherung der Apenninen*. 1. *Das gebiet des Abruzzesischen Nationalparkes, und 2. Montagna del Matese* Zeit. Gletscherk, 21, 99-120.
- SUTER K. (1939) - *Die eiszeitliche Vergletscherung des Zentralapennins*. Beibl. Viert. Naturf. Ges. Zuerich, 84, 1-140.
- TREVISAN L. (1940) - *I limiti nivali attuali e würmiani in Italia*. Boll. Com. Glac. It., ser. 1, 20, 49-62.