

GIOVANNI PALMENTOLA & PASQUALE ACQUAFREDDA (\*)

## GLI EFFETTI DEI GHIACCIAI QUATERNARI SULLA MONTAGNA DEL MATESE, AL CONFINE MOLISANO-CAMPANO (\*\*)

ABSTRACT: PALMENTOLA G. & ACQUAFREDDA P., *The effects of the Quaternary glaciers on the Matese Mountain (Campania-Molise boundary)* (IT ISSN 0084-8948, 1983).

With the aid of bibliographic news, dealing with the glacial Quaternary traces on the Matese Mountain (COLAMONICO, 1930; SUTER, 1932-1934; CASTALDO, 1965) a sequence of studies has been carried out. During it the already known glacial forms have been re-examined; some new ones have been discovered, making it possible to evaluate more accurately the extent of the glacialisation on the massif. Here the highest points (from NW to SE: Colle Tamburo, 1982 m; Monte Miletto, 2050 m; La Gallinola, 1923 m) reveal they were once covered with large glacial masses which have shaped wide areas and have deposited large morainic sediments, now broken up in several slabs by the post-glacial erosion.

An accurate study of the shapes and of the location of morainic deposits have made it possible to estimate that the maximum height of the snow-line, first corresponded to a level of the present height of 1550 m about (maximum glacial expansion). It rose then in three stages to about 1700, 1750, 1870 m respectively (stadial phases); afterwards a further raising would bring the snow-line near or even over the tops, preventing in this way the continuation of the glacial activity.

During the phase of maximum expansion on the massif there were at least four glacial tongues pushing downwards till 1100 m about of altitude; two of them stretched down into the valleys of Folubrico and Fondacone (on the western side of Colle Tamburo), a third one descended from the cirque of Mt. Miletto towards the Campitello plain, flowing into the much larger glacial mass coming from SE, from the Gallinola area.

— Later on, a climate mitigation led to partial withdrawal of the glacial tongues that allowed the formation of discontinuous layers of crioclastic breccia covering the most recent morainic deposits:

— The first stadial phase brought the glacial fronts back to a position close to those of maximum expansion, so much that in many places its new morains were deposited over the previous ones.

— In the second stadial phase the glaciers of the Folubrico and Fondacone survived only within their own cirques for the contributions of the overlying surfaces of Colle Tamburo; the glacial tongue of Mt. Miletto stopped near the present height of 1500 m (without ever reaching the Campitello plain), while the Gallinola's didn't overcome the limits of Campo Puzzo.

— In the third and last stadial phase, only Mt. Miletto had surfaces and shapes above the snow-line, permitting the survival of a small glacier of Pirenaic type. It shaped the little morainic bank at the border of the homonymous cirque.

The deposits accumulated during the glacial activity, alike in grain-size and completely incemented, can be referred to the Würm period, for their newness, and mainly for their clear

facies similarity to morainic deposits of the Apenninic chain, which are referred by many Authors to the same age.

This dating wouldn't appear to be applicable to every glacial cirques shaped on the massif: one in particular, the S. Nicola's scarp, that lacks higher tributary surfaces, and is located above the lowest snow-line, has remained virtually unaffected by post-glacial erosions: it opens up to a typically fluvial valley, where there are no morainic deposits. The Folubrico and Fondacone cirques show, on the whole, similar features but, although they have been already reached by the going-up erosion, they still keep both internally and in the valleys they join into, significant and relatively abundant morainic deposits. All these examined data take us to think that the S. Nicola cirque has been shaped by a pre-Würmian glacialiation, and it was not affected subsequently by significant glacialisation. The Folubrico and Fondacone cirques, on the contrary, essentially for the presence of wide snow-covered surfaces overlying them, were also interested by Würmian ices.

RIASSUNTO: PALMENTOLA G. & ACQUAFREDDA P., *Gli effetti dei ghiacciai quaternari sulla Montagna del Matese al confine molisano-campano* (IT ISSN 0084-8948, 1983).

Le cime più elevate del Massiccio del Matese (da NW a SE: Colle Tamburo, 1982 m; Monte Miletto, 2050 m; La Gallinola, 1923 m) mostrano di aver ospitato nel Quaternario cospicue masse glaciali che ne hanno modellato estese superfici e che hanno deposto abbondanti resti morenici.

Lo studio delle forme e l'ubicazione dei depositi indicano che localmente il limite nivale, dopo essersi abbassato fino a una zona corrispondente all'attuale quota 1550 circa, si è sollevato in tre riprese, rispettivamente intorno alle quote 1700, 1750 e 1870; successivamente un ulteriore incremento in quota lo ha portato in prossimità o al di sopra delle cime, tanto da non consentire la prosecuzione della attività glaciale.

Durante la fase di massima espansione sul massiccio erano presenti almeno quattro lingue glaciali che si spingevano in basso fino a circa 1100 m di quota. Di queste, due si allungavano nelle Valli del Folubrico e del Fondacone (sul versante settentrionale del Colle Tamburo); una terza scendeva dal circo del M. Miletto verso la piana del Campitello dove confluiva nella ben più grande massa glaciale che proveniva da SE, dalla zona de La Gallinola.

Successivamente una mitigazione del clima provocava il ritiro delle lingue glaciali in misura tale da consentire la formazione di discontinue coperture di breccia crioclastica sulle morene appena deposte.

(\*) *Ist. Geologia e Paleontologia - Univ. Bari.*

(\*\*) *Il lavoro è stato eseguito e pubblicato con il contributo finanziario del Centro di Geomorfologia Integrata per l'Area del Mediterraneo.*

La prima fase stadiale riportava quindi le fronti glaciali su posizioni prossime a quelle di massima, tanto da addossare in più luoghi le sue morene a quelle precedenti.

Nella seconda fase i ghiacciai del Folubrico e del Fondacone sopravvivono soltanto all'interno dei rispettivi circhi grazie agli apporti delle sovrastanti superfici del Colle Tamburo. La lingua glaciale del M. Miletto si fermava intorno all'attuale quota 1 500 senza ormai raggiungere la piana del Campitello, mentre il Ghiacciaio della Gallinola non superava i limiti del Campo Puzzo.

Nella terza e ultima fase stadiale, soltanto il M. Miletto aveva al di sopra del limite nivale superfici e forme di estensione tale da consentire la sopravvivenza di un ghiacciaio di tipo pirenaico il quale modellava un arginello morenico all'ingresso di un circo.

I depositi accumulati nel corso dell'attività glaciale, del tutto sciolti e fra loro assai simili, possono esser riferiti al Würm, oltre che per la loro freschezza, anche per la decisa analogia di facies con quelli riconosciuti sui maggiori rilievi appenninici e riferiti a questo periodo.

Tale riferimento cronologico non sembra estendibile anche a tutti i circhi glaciali modellati sul massiccio: uno in particolare, quello dello sperone S. Nicola situato a quota inferiore alla minima raggiunta dal limite nivale, privo di superfici tributarie sovrastanti, assai ampio e con forma molto evoluta, praticamente ancora non intaccato dall'erosione postglaciale, si apre su una valle tipicamente fluviale e del tutto priva di resti morenici.

Questi dati inducono a ritenere possibile che esso possa essere stato modellato da una glaciazione precedente quella würmiana e che durante quest'ultima non abbia avuto una significativa attività.

TERMINI-CHIAVE: Morfologia glaciale; Quaternario; Appennino Meridionale.

## INTRODUZIONE

Nelle pagine seguenti vengono esposti e analizzati i dati relativi alle tracce glaciali quaternarie riconosciute sulla Montagna del Matese al confine fra le provincie di Isernia, Campobasso e Caserta, entro l'area del F. 161 « Isernia » (fig. 1). La ricerca si inserisce nel programma di studi geomorfologici condotti nell'Appennino Meridionale dall'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Bari e dal Centro di Geomorfologia Integrata per l'Area del Mediterraneo.

Le tracce glaciali esaminate sono già note solo in piccola parte; quelle che vengono segnalate per la prima volta son presenti nel Vallone del Folubrico, sul M. Miletto, nella piana di Campitello, nella vallata immediatamente al piede settentrionale di Colle del Monaco e, in particolar modo, al piede del versante settentrionale della dentellata cresta de « La Gallinola ».

Per quanto riguarda il limite nivale orografico, esso è stato calcolato con il metodo della media altezza; questo, pur caratterizzato da un notevole grado di incertezza (non tiene conto ad esempio delle forme del rilievo che ha ospitato il ghiacciaio), presenta tuttavia un duplice vantaggio: non abbisogna della sequenza completa dei depositi morenici, e, se applicato ovunque allo stesso modo, data la sistematicità dell'errore, consente un buon grado di correlazione fra rilievi diversi.

## STUDI PRECEDENTI

Il primo a menzionare il Massiccio del Matese fra i rilievi possibili sedi di ghiacciai quaternari è stato BIASUTTI (1921) sulla base della quota del Monte Miletto



FIG. 1. - Localizzazione geografica della Montagna del Matese.

(2 050): l'autore avanzò anche l'ipotesi che le tracce glaciali lì conservate possano esser poco evidenti a causa della particolare conformazione delle superfici più alte del rilievo medesimo. Successivamente DAINELLI (1930), in base all'esame della carta topografica, riferì che « tre sole forme si possono riconoscere che ricordano circhi. Una è alla testata della Valle Fondacone, a Nord del Miletto (2 050 m); delle altre, una alla testata della Valle di Campitello <sup>(1)</sup> a Nord-Ovest del Monte Tamburo (1 984 m) e una pure a Nord del Miletto e ad Oriente della Serra Soda ». Quest'ultima forma sembra essere quella nella testata della valle che separa Serra Soda dallo sperone di S. Nicola.

Contemporaneamente COLAMONICO (1930) riconobbe sul massiccio tre circhi (uno in prossimità della cima del M. Miletto uno alla testata del fosso del Fondacone e uno alla testata del Folubrico) e due morene (una nella piana del Campitello e una lungo la sponda orientale del Fosso del Folubrico) rispettivamente a quota 1 400 e 1 500. L'autore, riservandosi di approfondire lo studio delle tracce glaciali sul Matese, ritenne che non potessero essere attribuite ad escavazione glaciale le forme che DAINELLI (1930) aveva presunto tali dall'esame della carta topografica; farebbe eccezione solo quella della Valle del Fondacone.

(1) DAINELLI (1930) non si riferisce all'omonima piana a Est del M. Miletto, bensì alla testata di una valle poco a Sud di M. Alto, oggi risultata priva di tracce di modellamento glaciale.

Nello stesso anno GORTANI (1930), in una nota di sintesi « Sul limite plistocenico delle nevi nell'Italia Centrale », sulla base dei dati di COLAMONICO, riportò per il massiccio un limite nivale a 1750 metri; tale valore fu da lui confermato in una successiva nota del 1931.

Le tracce glaciali già segnalate da COLAMONICO, furono riesaminate da SUTER (1932-34) il quale individuò un altro circo (S. Nicola) sul versante settentrionale del M. Miletto (*vide* SESTINI, 1934).

I dati di quest'ultimi Autori furono ripresi da SESTINI (1934), il quale ipotizzò che in un ghiacciaio che scendeva dal M. Miletto confluiva una lingua glaciale « proveniente dalla cresta de La Gallinola (1923 m). Questo ghiacciaio doveva spingersi verso Nord, forse scendendo fino all'attuale stazione inferiore della teleferica (quota 800 circa) dove si rinviene un'accumulo detritico che sembra veramente morena ». Anche SESTINI, come già precedentemente GORTANI, pose il limite delle nevi persistenti a 1750 metri di quota.

Un altro breve cenno allo sviluppo glaciale quaternario del massiccio è in SACCO (1941), il quale ricordò i dati di COLAMONICO (1930) e quelli di SUTER (1932-34), senza per altro aggiungervene di nuovi.

Di recente CASTALDO (1965) ha integrato i dati presenti in bibliografia con la segnalazione di due nuovi depositi morenici: uno a quota 1250 circa, nella Valle del Fondacone, e un altro all'interno del circo posto subito a Nord-Est del M. Miletto. Lo stesso Autore inoltre ha distinto due forme circoidee (e non una come riteneva COLAMONICO, 1930) alla testata di ognuno dei valloni del Fondacone e del Folubrico. In base alle quote delle soglie dei circhi e a quelle delle morene, CASTALDO ha indicato per il Massiccio del Matese un limite delle nevi persistenti compreso fra i 1600 e 1800 metri.

Le segnalazioni più recenti, esclusivamente cartografiche, sono quelle della Carta Geologica d'Italia (2ª edizione, 1971), sulla quale sono riportati tre dei circhi precedentemente segnalati, nonché alcuni accumuli morenici, per altro cartografati insieme con i depositi fluvio-glaciali e con i detriti di falda.

## GENERALITÀ GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE

La Montagna del Matese è situata nella parte sud-occidentale del F. 161 « Isernia » ed è tutta compresa nella tav. 161 II NE « Roccamandolfi ».

Con i 2050 metri del M. Miletto e i 1923 metri de « La Gallinola », rappresenta uno dei rilievi più elevati dell'Appennino Meridionale.

È costituita da una successione carbonatica, di età compresa fra il Triassico e il Paleocene, disposta *grosso modo* a monoclinale immersa verso NE; la successione è stata dislocata a più riprese, fino a epoche anche molto recenti, come dimostrano lo smembramento di depositi lacustri datati 1,5-1,0 m. a. (BRANCACCIO & *alii*, 1979) e i tratti morfostrutturali ancor freschi osservabili praticamente in tutta l'area.

L'intera dorsale, allungata circa NW-SE, ha versanti assai ripidi: quello settentrionale digrada verso la piana

di S. Massimo; quello meridionale, che versa nel Lago del Matese, a luoghi è in via di regolarizzazione, altrove è già regolarizzato e spesso mostra valli tronche, sospese sulla sottostante depressione. Quest'ultima peculiarità in passato ha fatto anche pensare al lago come ad una forma di possibile origine glaciale. Le attuali conoscenze escludono ormai simile ipotesi e indicano fra le cause genetiche del Lago del Matese l'azione della Tettonica, anche recente, e quella del carsismo, assai diffuso su tutto il rilievo.

Entrambi i versanti sono oggi profondamente incisi da canali che scaricano a valle le acque meteoriche non smaltite dall'intrico di inghiottitoi che caratterizzano tante parti delle alte superfici della montagna.

Sull'intero massiccio son presenti numerose forme di indubbio modellamento glaciale (fig. 2), associate o affiancate ad altre di interpretazione meno facile, ma alla cui elaborazione non pare debbano essere stati estranei anche fenomeni connessi in qualche modo con il glacialismo.

## LE FORME GLACIALI

### COLLE TAMBURO

Tra i rilievi della Montagna del Matese, il più settentrionale tra quelli che conservano tracce di glacializzazione è il Colle Tamburo (1982 m); sul suo versante esposto a Nord, nelle località Folubrico e Fondacone, si riconoscono infatti superfici di modellamento glaciale e accumuli morenici.

### Località Folubrico

*Forme di esarazione* — Una superficie di esarazione estesa diverse migliaia di metri quadri, subpianeggiante e inclinata mediamente di circa 25°, è presente sul versante settentrionale del Colle Tamburo, all'incirca fra le quote 1900 e 1700; essa è troncata bruscamente in basso dalle pareti verticali di due circhi glaciali (circhi del Folubrico), e si mostra ancor oggi assai regolarmente lisciata e interessata qua e là da piccoli dossi ben arrotondati.

I due circhi cui s'è accennato poco sopra, già segnalati da COLAMONICO (1930) e da CASTALDO (1965), costituiscono le testate delle due vallecole nelle quali la Valle Rima si articola in località Folubrico; entrambi aperti verso Nord hanno forma di emiciclo, pareti verticali e fondo ricoperto da un fitto manto boschivo che ne ostacola la dettagliata osservazione. Quello più occidentale ha la spalla che si eleva fino a 1700 m, è largo circa 250 ed ha il fondo, mediamente a quota 1550, piatto, notevolmente inclinato (circa 26°) e privo di contropendenze, se si eccettua un piccolo dosso montonato presente al suo sbocco, *grosso modo* a quota 1500. Adiacente al suo bordo orientale, un secondo circo, pressappoco delle medesime dimensioni, ha il fondo sui 1580 m ed è ricoperto in più luoghi da ciottolami e da detrito che occupano anche la parte bassa dei versanti.

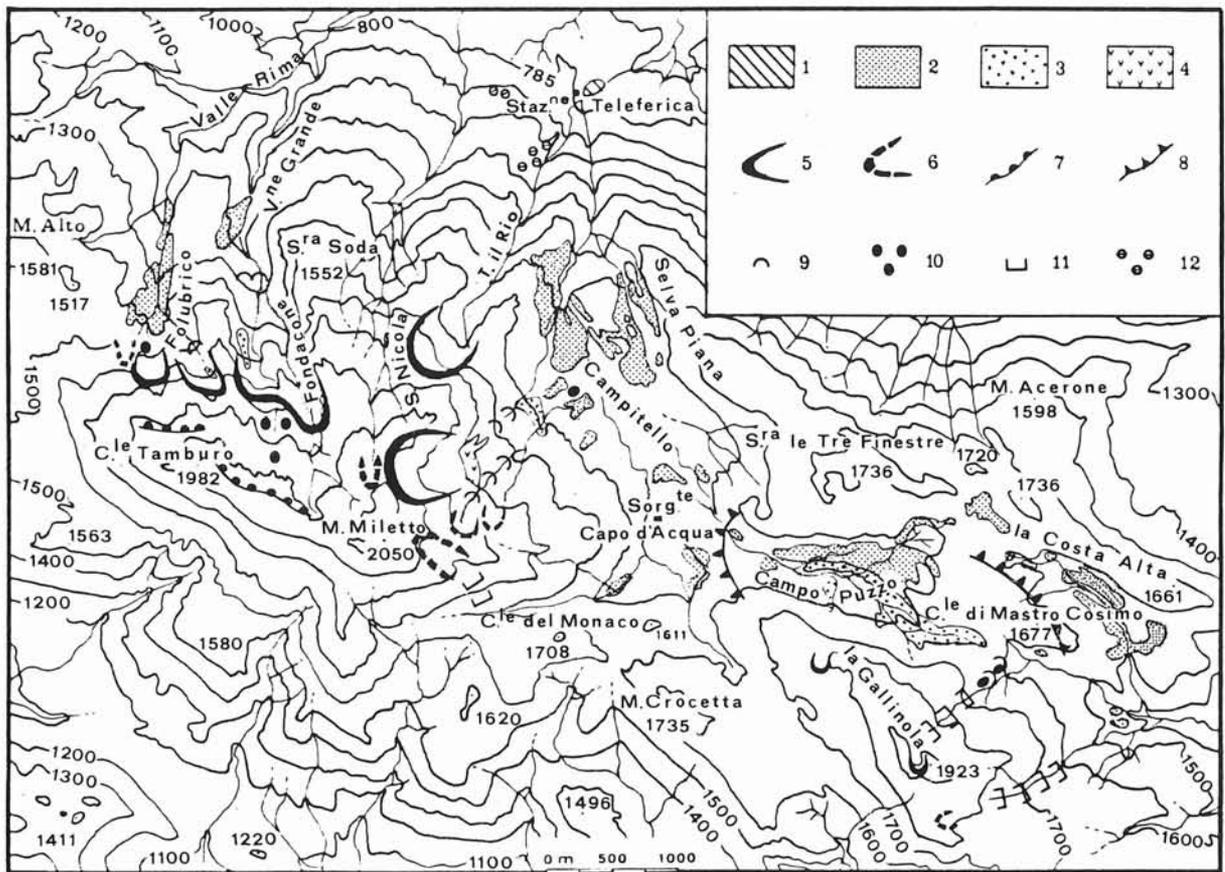


FIG. 2. - Localizzazione topografica delle tracce glaciali sulla Montagna del Matese: 1) deposito di «Stazione Teleferica»; 2) deposito morenico della massima espansione e della 1ª fase stadiale; 3) deposito morenico della 2ª fase stadiale; 4) deposito morenico della 3ª fase stadiale; 5) circo glaciale; 6) forma circoide; 7) orlo di pianalto; 8) soglia in contropendenza; 9) tratto di valle e/o di canale glaciale; 10) area con dossi montonati; 11) canale con pareti subverticali e fondo piatto; 12) area con conchette crionivali.

Un tratto di valle con profilo trasversale a U, lungo qualche decina di metri, si osserva subito all'uscita di quest'ultimo circo, e col fondo leggermente sovrainciso da un solco torrentizio.

*Forme di accumulo* — Sono rappresentate da due lembi morenici: il più basso, in parte già segnalato da COLAMONICO (1930) e da CASTALDO (1965), affiora fra i 1 150 circa e i 1 450 m di quota; esso costituisce per circa un chilometro di lunghezza, il fondo e la parte bassa delle sponde dell'angusta Valle del Folubrico; il più elevato è situato all'interno del circo orientale, intorno alla quota 1 600.

Il primo lembo, ben esposto lungo una parete di distacco di frana e per la parte superiore non ancora del tutto inciso dal torrente, mostra circa 40 m di spessore. Nella sua parte più distale, a quota 1 250, lungo il solco fluviale, esso presenta intercalato nella sua parte alta un livello di breccia crioclastica cementata, di spessore variabile intorno al mezzo metro, il cui significato verrà trattato più avanti.

La forma dell'intero deposito, comunque, e ancor più quella della valle preesistente, inducono a ritenere

che si tratti di un deposito misto, riferibile a morene di fondo, frontali e mediane.

L'altro lembo, quello all'interno del circo orientale del Folubrico, costituisce un dosso elevato qualche metro, largo una decina e allungato un centinaio secondo l'asse vallivo. È da ritenersi che esso rappresenti un lembo morenico in gran parte rielaborato da un glacio-nivato.

#### *Valle del Fondacone*

*Forme di esarazione* — Fra queste la più elevata in quota è rappresentata da un'ampia superficie, poco o punto modificata dall'erosione recente, che raccorda la testata della valle (e quindi l'omonimo circo glaciale) con la soprastante cresta fra Colle Tamburo e M. Miletto. Si tratta di una forma articolata in due parti: quella superiore, fra le isoipse 1 950 e 1 830 circa, degrada verso valle con pendenza media di 15° circa, ed è incisa da piccoli solchi allungati secondo la direzione di massima pendenza; la parte inferiore, raccordata all'altra mediante un gradino alto qualche decina di metri, si spinge fino a 1 700 m circa ed è interessata per tutta la sua

FIG. 3. - Versante settentrionale del C.le Tamburo: in secondo piano le ampie superfici che sovrastano il circo del Fondacone.



estensione da tratti in contropendenza e da una serie di dossi arrotondati e lisciati (fig. 3). L'intera superficie è stata evidentemente modellata dal ghiacciaio: il lembo inferiore, in particolare, può essere interpretato come una forma circoide allo stadio embrionale, la cui spalla è costituita dal gradino sopra ricordato. Tributaria della sottostante Valle del Fondacone, tale superficie raccoglieva certamente ghiacci che poi alimentavano i circhi ubicati alla testata della valle e troppo bassi in quota per consentire l'accumulo primario di masse glaciali significative.

Le altre forme di modellamento glaciale sono costituite da un circo e da due tratti di valle con profilo trasversale a U. Il circo, largo circa 650 m, è aperto a Nord verso il solco vallivo e in parte è sezionato lungitudinalmente dal discontinuo sperone roccioso del Campanariello (toponimo non più presente sulle recenti carte topografiche dell'IGM) <sup>(2)</sup>.

Il fondo, che verso monte raggiunge i 1 650 m di quota, ha forma leggermente concava e si raccorda dolcemente con il sottostante alveo torrentizio. La spalla del circo e i suoi bracci, corrispondenti a superfici di faglia alquanto arretrate dalle azioni erosive, mostrano pareti assai ripide, alte fin oltre 200 m.

I due tratti di valle ad U si rinvergono lungo la Valle del Fondacone, per circa 200 m, nei pressi di Serra Soda dove la lingua glaciale era costretta a disfluire e ad aggirare il lembo roccioso del ricordato sperone del Campanariello (fig. 4). Il tratto a Occidente dello sperone ha un raggio di curvatura di circa 100 m ed è sovrainciso per qualche metro dall'attuale solco torren-

tizio; quello a Oriente, un po' più piccolo, non ha ancora subito significative sovraincisioni postglaciali.

*Forme di accumulo* — Un lembo morenico, già segnalato da CASTALDO (1965), è presente per circa 400 m lungo la Valle del Fondacone, fra le quote 1 100 e 1 260: è addossato alla sponda sinistra della stessa valle, ne raggiunge il fondo e mostra uno spessore piuttosto rilevante: 70-80 m. Il deposito, interpretabile come il residuo di un arco morenico, con la sua parte alta ha sbarrato una vallecola laterale ora colmata di sedimenti terrosi rossastri.

Un altro piccolo accumulo si riconosce nel fondo del circo sui 1 500 m di quota, ormai quasi del tutto obliterato dalle azioni erosive e coperto da detriti di versante.



FIG. 4. - Dalla morena sulla sponda sinistra della Valle Fondacone, si osserva verso monte lo sperone del Campanariello e i due tratti di valle glaciale che lo costeggiano.

<sup>(2)</sup> Questo circo è già stato segnalato da COLAMONICO (1930) prima e da CASTALDO (1965) poi; quest'ultimo Autore aveva parlato di due circhi contigui, ma in realtà, fatta eccezione per alcuni tratti inferiori dove più manifesta è la presenza dello sperone del Campanariello, la depressione può essere considerata come un unico bacino collettore.

### Riepilogo

Sul Colle Tamburo, insomma, nel Quaternario debbono essersi sviluppati due piccoli ghiacciai: quello del Folubrico e quello del Fondacone, i quali si sono allungati per circa due chilometri, abbassandosi con le loro lingue rispettivamente fino a 1 150 e 1 100 m di quota e abbandonando relativamente estesi corpi morenici.

Entrambi i ghiacciai assai probabilmente si originavano sui pianalti in prossimità della cima del colle e quindi scivolavano nei circhi del Folubrico e del Fondacone dove, secondo il meccanismo del ghiacciaio rigenerato (BOENZI & PALMENTOLA, 1972), iniziavano le vere e proprie lingue di ablazione, ben protette dalle ripide pareti delle valli. In particolare, la lingua del Ghiacciaio del Folubrico era alimentata da due bacini collettori e poteva presentare un corredo morenico complesso; quella del Fondacone era costretta ad alcune disfluenze dai tratti più elevati di uno sperone roccioso (sperone del Campanariello).

### MONTE MILETTO

Con i suoi 2 050 m di quota il Miletto rappresenta il maggiore rilievo della Montagna del Matese; ha versanti assai ripidi, segnatamente quelli occidentali, e superfici sommitali subpianeggianti e inclinate verso NE.

Il piede del versante si incontra al di sotto dell'isoipsa 1 200, sia nei quadranti meridionali che in quelli settentrionali; qui però il digradare della pendice è interrotto sui 1 400 m dalla piana di Campitello, modellata dal carsismo impostatosi su deformazioni tettoniche disgiuntive.

Le superfici sommitali e i versanti settentrionali sono segnati da numerose piccole incisioni fluviali e dai dif-

fusi effetti del fenomeno carsico (essenzialmente rappresentati da doline, di dimensioni assai diverse da luogo a luogo); i versanti meridionali, che danno sul Lago del Matese, sono in più punti regolarizzati.

Le forme di modellamento glaciale, (circhi, tratti di canalone glaciale e lembi morenici) caratterizzano il versante orientale (fig. 2).

*Forme di esarazione* — Nei pressi della cima del M. Miletto sono stati riconosciuti due grandi circhi: quello di S. Nicola e quello di M. Miletto; nonché quattro nicche circoidee e due tratti di canalone con profilo trasversale a U.

Il circo di S. Nicola, già segnalato da SUTER (1932; 1934), è ubicato in prossimità dell'omonimo sperone roccioso; si tratta di una forma molto ben sviluppata, con il fondo subpianeggiante fra le isoipse 1 600 e 1 625 e con pareti assai ripide che raggiungono e superano di poco la quota 1 700. Ha diametro di circa 500 m e non presenta evidenti contropendenze all'uscita, per altro ormai quasi raggiunta dal solco erosivo di un affluente di destra del T. il Rio. La quota assai bassa di questa forma e l'assoluta mancanza di altre tracce glaciali ad essa connesse, nonché la valle inequivocabilmente fluviale su cui si apre, pongono il problema dell'età del suo modellamento: come per le forme del Folubrico e del Fondacone, un'ipotesi sulla sua genesi verrà formulata più avanti quando si tratterà dell'età delle forme glaciali.

Il circo di M. Miletto (fig. 5), già noto in letteratura (COLAMONICO, 1930; CASTALDO, 1965), è ubicato a poche decine di metri dall'omonima cima; la sua spalla, che raggiunge la quota 2 000, ha pareti alquanto ripide, oggi in parte coperte da detriti spigolosi crioclastici; il fondo, debolmente concavo, situato sui 1 700 m, è bor-



Fig. 5. - Il versante orientale del M. Miletto con il circo omonimo.

FIG. 6. - L'angusto canalone che scende verso SE dal M. Miletto; si noti il tronco superiore spostato rispetto a quello inferiore da un' faglia. Nel particolare ingrandito, a destra, sono evidenti le pareti verticali e il fondo piatto.



dato all'uscita da una poco elevata soglia in contropendenza. La forma, molto ben sviluppata, ha diametro di circa 500 metri e mostra al suo interno alcuni dossi arrotondati, ormai ripresi dall'erosione subaerea, attraverso i quali si accede a un sovrastante piccolo bacino accessorio, concavo, interno al circo maggiore.

Le nicchie circoidei cui s'è accennato sono tutte negli immediati dintorni del circo ora descritto; la più alta in quota (mediamente sui 1 975 m) è adiacente ad esso verso Occidente ed è aperta a Nord; altre due, sempre aperte a Nord e ugualmente adiacenti al circo maggiore rispettivamente a SE e a Sud, raggiungono i 1 825 e i 1 795 m di elevazione massima. Una quarta, aperta verso SE, ha la spalla che si eleva sempre più ripida praticamente fino ai 2 000 m di quota, e il fondo a 1 800 m o poco più; quest'ultima si continua verso il basso in un canalone piuttosto angusto con pareti subverticali e fondo subpianeggiante (non più di un paio di metri di larghezza e di altezza), il quale ripidamente scende nel sottostante solco torrentizio <sup>(3)</sup> (fig. 6).

Tutte le nicchie circoidei cui si è accennato rappresentano probabilmente degli embrioni di circo che non hanno avuto il tempo di svilupparsi compiutamente e che ormai sono aggrediti dall'erosione torrentizia rimontante, da quella subaerea e dagli interventi umani.

Dei due tratti di canalone ad U, probabilmente riferibili alle fasi più tarde della glaciazione, uno, tra le quote 1 500 e 1 600, è stato evidentemente modellato da una lingua che scendeva dal circo di M. Miletto, l'altro, allungato fra le quote 1 650 e 1 750 circa, sembra connesso con l'attività glaciale della nicchia circoide adiacente al bordo meridionale dello stesso circo. Entrambi son lunghi circa 500 metri e hanno diametro di 80-100 m.

Attualmente, a seguito del tracciamento di alcune piste da sci e della costruzione di impianti di risalita, essi si osservano con qualche difficoltà.

*Forme di accumulo* — I resti morenici connessi con i bacini di alimentazione riconosciuti sul Monte Miletto sono tutti sul versante NE di questo rilievo, nella piana del Campitello e lungo la pendice che scende dall'omonimo circo; solo dubitativamente può essere associato a questo gruppo il piccolo deposito affiorante fra Colle del Monaco e la Sorgente di Capo d'Acqua. Un'altro piccolo lembo, già ritenuto assai probabilmente morenico da SESTINI (1934), è presente nei pressi della stazione della teleferica ai piedi del ripido versante che dalla piana di Campitello scende verso Nord, verso S. Massimo; questo deposito, di qualche metro di spessore e allungato per circa trecento fra le quote 750 e 775, è costituito da ciottoli calcarei eterometrici, smussati e lisciati, in abbondante matrice limosa grigia: la forma della valle che lo sovrasta, allo stato attuale di inequivocabile modellamento fluviale, induce a non escludere che possa trattarsi del prodotto di rimaneggiamento, trasporto e rideposizione delle parti più esterne delle morene della piana di Campitello.

Su tale piana si riconoscono infatti numerosi depositi morenici, ormai molto disturbati dagli interventi dell'uomo, riconducibili a tre gruppi.

Quello più antico e più esterno è oggi rappresentato da due lembi residui di un originario arco frontale, il quale scendeva presumibilmente fino alla quota 1 100-1 200 e forse, nella parte più avanzata, rovinava nella valle che porta alla stazione della teleferica dove generava l'accumulo di tipo morenico cui si è accennato più sopra. Dei due lembi dell'arco, quello in sinistra orografica si allunga per circa 750 m fra le quote 1 430 e 1 325, raggiunge uno spessore massimo di circa 70 metri e risale in quota fino a disporsi a cavallo dello sperone che divide la piana del Campitello dal solco che scende dal circo di S. Nicola <sup>(4)</sup>. Il lembo in destra orografica anch'esso addossato ad uno sperone roccioso, è allungato per circa 500 metri fra le quote 1 375 e

<sup>(3)</sup> Un siffatto canalone può essere interpretato come un solco di valanga (?) impostato su una zona cataclastica lungo una faglia.

<sup>(4)</sup> Quest'ultimo fatto induce a ritenere possibile una trasfluenza in questa zona.

1 475 circa e mostra uno spessore residuo valutabile in circa 40 m. Le prosecuzioni verso monte di questo arco morenico sono rappresentate da alcuni piccoli lembi allineati lungo i bordi della piana del Campitello (fig. 2).

Subito all'interno dell'arco ora descritto, nella piana del Campitello è possibile riconoscerne un secondo; questo, che doveva spingersi in basso almeno fino alla quota 1 375-1 350, è oggi smembrato in tre lembi a luoghi accavallati al precedente: due al bordo occidentale del Campitello, uno nei pressi di quello orientale; durante lo stesso episodio sembrano essere stati depositi altri due piccoli e poco spessi accumuli presenti al bordo occidentale della piana al piede del versante del M. Miletto (fig. 2).

Del secondo arco, comunque, i lembi occidentali sono allungati complessivamente per circa 600 metri nel senso della piana fra le quote 1 450 e 1 400; hanno spessore, rapidamente decrescente da Nord a Sud, che ormai non supera i 10 metri. Quello in destra si allunga nella stessa direzione per circa 850 metri fra le quote 1 350 circa e 1 425; è largo oltre 400 metri e ha uno spessore non ben valutabile, comunque fino a 40-50 metri.

Il complesso delle morene fin qui descritte rappresenta praticamente ciò che rimane, soprattutto in seguito alle modificazioni profonde apportate dall'uomo in quest'ultimi anni, degli accumuli abbandonati da un ghiacciaio composito che verrà ricostruito più avanti nelle conclusioni relative al M. Miletto.

Risalendo il versante orientale del monte si riconoscono altri due gruppi di morene, uno sulla quota 1 500 e un secondo sulla quota 1 700, proprio all'imbocco del circo (5).

Il più basso, costituito da quattro piccoli e poco spessi lembi (6), profondamente rimodellati dalle opere

(5) Quest'ultimo lembo è stato riconosciuto anche da COLAMONICO (1930) e forse da CASTALDO (1965).

(6) Nella fig. 2 sono cartografati come un unico affioramento.

per il tracciamento della pista da sci e per l'installazione di un impianto di risalita, appare interpretabile come il resto di un più esteso arco frontale. Quello superiore, che si eleva per circa 4 metri sulla contropendenza che segna l'uscita del circo di M. Miletto, è ancor assai ben conservato, ha sezione trasversale asimmetrica a forma di argine concavo verso l'interno (fig. 7); esso si continua al suo margine settentrionale con alcuni assai piccoli dossi morenici allungati longitudinalmente alla vallecchia che dal circo scende verso NE. Tali dossi, spessi al massimo un paio di metri, si sfrangano verso il basso e paiono abbandonati da una sottoalimentata lingua glaciale in fase di rapido ritiro. La loro deposizione potrebbe esser di poco precedente la costruzione dell'arco descritto subito sopra.

Secondo CASTALDO, all'interno del circo di M. Miletto dovrebbe esservi un'altra piccola morena della quale comunque non s'è trovata traccia nel corso delle ricerche di cui si tratta nella presente Nota.

### Riepilogo

Alle falde nord-orientali di M. Miletto, insomma, si riconoscono numerose forme di modellamento glaciale: alcune di esarazione, altre di accumulo. Le prime sono rappresentate essenzialmente da due grandi circhi (a uno dei quali, assai basso in quota, non sono associati depositi), nonché da alcune forme circoidi e da tratti di canalone. Le seconde dai resti alquanto smembrati di quattro archi riferibili ad altrettante fasi glaciali; i due più antichi, lo si vedrà meglio più innanzi, son dovuti a un ghiacciaio composito, generato dalla confluenza di una lingua glaciale proveniente da Campo Puzzo (bacino de La Gallinola) e di quella che scendeva dal circo di M. Miletto; questa da sola deponeva successivamente i due piccoli archi morenici più recenti e più alti in quota.



FIG. 7. - L'arco morenico all'imboccatura del circo di M. Miletto.

## LA GALLINOLA

La parte sud-orientale della Montagna del Matese è costituita dal tozzo rilievo de « La Gallinola » che si eleva fino a 1 923 m.

Le tracce connesse con la glacializzazione di questo rilievo sono state riconosciute nelle sue parti alte, al piede del suo versante orientale, e soprattutto nel lungo ed irregolare solco fra questo, la Costa Alta e Serra Le Tre Finestre, nella zona di Campo Puzzo. Di tali tracce non si aveva finora notizia se si esclude la felice intuizione di SESTINI (1934), il quale ipotizzava che nel Ghiacciaio del Miletto potesse confluire una lingua glaciale proveniente dalla cresta de La Gallinola.

*Forme di esarazione* — Queste sono rappresentate da due forme circoidei, da un tratto di canalone di modellamento glaciale e da numerosi dossi a superficie lisciata e arrotondata.

La più settentrionale tra le forme circoidei è ubicata circa 1 000 m a NW della Cima della Gallinola, a 1 830 m di quota; l'altra, sulla quota 1 920 è riconoscibile qualche metro a W della stessa cima (nicchia glaciale de La Gallinola). Si tratta di forme di piccolo diametro (poche decine di metri), a fondo piatto aperte verso settentrione, incompiutamente modellate e in qualche punto modificate dal carsismo. La loro presenza da sola non giustifica in alcun modo gli abbondanti depositi morenici presenti al piede del rilievo, tanto che si ritiene di poterle considerare come effetti marginali e trascurabili dal glacialismo quaternario sul Matese.

Un tratto di canalone con ben conservato profilo trasversale a U si riconosce fra le quote 1 600 e 1 650 lungo un'incisione (?) che scende dalla nicchia glaciale de La Gallinola, mentre dossi di arrotondamento e di lisciamento glaciale si rinvencono al fondo di questo tratto di canalone, nonché nella zona di Campo Puzzo e intorno al Colle di Mastro Cosimo.

*Forme di accumulo* — I resti dell'attività glaciale connessa con il rilievo de La Gallinola son presenti diffusamente in una vasta area che dalla Costa Alta, a Ovest, si spinge a Nord-Ovest fino al limite meridionale del Campitello, occupando estese superfici nella zona di Campo Puzzo.

Si tratta di morene disposte in prevalenza sotto forma di cordoni allungati anche parecchie centinaia di metri, addossati ai versanti di fronte a quello de La Gallinola, e disposti a ventaglio di fronte a questa. Tali morene sono costituite da ciottoli calcarei di varie dimensioni, arrotondati, lisciati e frequentemente striati, immersi in un limo grigio o a luoghi grigio-rosato.

I lembi più distanti dalla depressione di Campo Puzzo, luogo di origine del ghiacciaio, sono quelli presenti entro i limiti del Campitello (fig. 2), in posizione tale da non poter essere riferiti all'attività glaciale del M. Miletto. Il più antico di questi si trova addossato al piede del versante orientale dello stesso M. Miletto, fra

le quote 1 425 e 1 475; questo è interpretabile come il residuo di una morena laterale abbandonata da una lingua che dalla zona di Campo Puzzo (bacino de La Gallinola) scendeva nella piana del Campitello, per unirsi al ghiacciaio che in questa giungeva dal circo di M. Miletto. Dalla stessa lingua glaciale sono stati probabilmente abbandonati altri due lembi ormai di qualche metro di spessore riconoscibili fra le quote 1 425 e 1 475 al bordo meridionale della piana menzionata; essi sembrano interpretabili come resti di una morena di fondo.

Di meno semplice interpretazione sono i due resti morenici presenti nella zona della Sorgente Capo d'Acqua; si ritiene comunque possibile che essi siano da riferirsi in prevalenza al ghiacciaio de La Gallinola e forse anche alla piccola lingua glaciale che doveva provenire dalla forma circoide più meridionale del M. Miletto.

Copiosi accumuli morenici, finora mai segnalati, sono presenti anche in tutto il falsopiano di Campo Puzzo, proprio di fronte alla parete settentrionale de La Gallinola. In tali accumuli si distinguono almeno quattro cordoni successivi, alti e stretti, allungati circa Est-Ovest, addossati gli uni agli altri e, col primo e più antico, al versante meridionale della Serra Le Tre Finestre; il terzo cordone, oltre che al secondo, si appoggia anche con la sua parte più orientale al dosso roccioso del Colle Mastro Cosimo; fra questo e la cresta de La Gallinola si conservano inoltre altri piccoli lembi morenici di pochi metri di spessore e di estensione relativamente ridotta. Le superfici sommitali dei cordoni del Campo Puzzo costituiscono insomma una sorta di anfiteatro a gradoni i quali, dal più antico, discendono verso il centro del campo per poi rimontare alquanto, con le estremità dei depositi del terzo e del quarto ordine, la parete Nord de La Gallinola.

I due cordoni più antichi, inoltre, si collegano, tramite una serie di lembetti, all'affioramento morenico presente alle falde del M. Acerone, e da questo a quelli fra il Colle di Mastro Cosimo e la Costa Alta e, infine, a quelli assai piccoli sul versante orientale de La Gallinola; essi rappresentano gli abbondanti resti di un deposito lungo non meno di tre chilometri e ampio oltre 250 metri.

Questi due argini costruiti dal Ghiacciaio de La Gallinola si riconoscono a quote variabili fra i 1 525 m circa delle estremità e i 1 650 della loro parte centrale. Quest'ultima parte è addossata alla parete della Serra Le Tre Finestre-La Costa Alta, posta di fronte al versante glacializzato de La Gallinola e che impediva al ghiacciaio di procedere in quella direzione; giunto contro quella, infatti, esso era costretto a dividersi in due lingue le quali, costeggiandola e addossandovi le morene laterali, si dirigevano rispettivamente verso Nord-Ovest e verso Sud-Est, per raggiungere quindi le basse quote che la situazione climatica e la propria massa gli consentivano.

Il terzo argine morenico è esteso in affioramento per oltre 1 500 m ed è largo fin oltre i 250; anch'esso non è dappertutto alla medesima quota: mentre infatti la sua parte occidentale si riconosce intorno alla quota 1 500, quella orientale, a causa della presenza del Colle di Mastro Cosimo che si frapponneva al libero avanzare dei

(?) Va notato che una parte di questo solco e tratti di altri che scendono da La Gallinola mostrano pareti quasi verticali e fondo piatto analogamente ad alcuni osservati sul M. Miletto e dei quali s'è detto dietro.

ghiacci, si spinge fino a 1 600 metri circa. È costituito da una serie di piccoli cordoni, non sempre fra loro distinguibili, giustapposti o addossati gli uni agli altri, completamente o per lunghi tratti.

Lungo un solco erosivo che incide i depositi nel Campo Puzzo si osserva che in profondità il cordone più antico si continua verso La Gallinola con una morena di fondo; su questa, mediante un orizzonte di breccia crioclastica ben cementata dello spessore di circa un metro, sono addossati i due cordoni successivi. Analogo orizzonte di breccia si osserva anche fra le due morene più antiche, proprio sotto La Costa Alta, intorno ai 1 560 m di quota, dove separa la parte bassa da quella alta di un unico corpo.

Le morene presenti nel Campo Puzzo sono qua e là coperte da lembi di tufiti, dello spessore di pochi decimetri, nell'ambito delle quali è possibile distinguere tre livelli: il più basso di colore grigio-azzurro, l'intermedio di color giallo-arancio e il superiore rosso ruggine. I livelli si mostrano deformati a festoni, probabilmente a seguito di crioturbazione e derivano forse dal medesimo apparato effusivo al quale BRANCACCIO, SGROSSO, CINQUE, ORSI, PECE & ROLANDI (1979) hanno riferito sedimenti analoghi presenti in lembi di depositi lacustri rinvenuti al piede nord-orientale del Massiccio del Matese.

Questi depositi piroclastici sono in più punti coperti da detriti di versante i quali riempiono anche numerosi canali d'erosione incisi nelle piroclastiti e nelle morene.

#### Riepilogo

La zona del Campo Puzzo mostra un apparato morenico complesso, di vaste dimensioni e smembrato in più punti, del quale è problematica la ricostruzione anche perché non esiste localmente un circo glaciale o un ben definito bacino collettore al quale far riferimento.

Certamente le alte superfici de La Gallinola e i ripidi pendii del suo versante settentrionale dovevano essere coperti da ghiaccio e dar luogo, in definitiva, a una sorta di *ghiacciaio di falda* (DESIO, 1921); nelle fasi di maggior glacializzazione comunque l'intera zona di Campo Puzzo doveva costituire un ampio bacino collettore, ben protetto, dal quale si diramavano due lingue glaciali: una, lunga circa 4 chilometri, si dirigeva verso Occidente e raggiungeva la piana del Campitello dove si riuniva alla lingua che scendeva dai circhi di M. Miletto;



FIG. 8. - Breccia crioclastica interposta fra i depositi morenici più antichi, nella zona di Sorgente Capo d'Acqua.

una seconda si dirigeva verso Est e portava i suoi ghiacci a fondere da qualche parte nelle incisioni, oggi molto profonde, ripide e con netto profilo trasversale a V, le quali partendo dal versante orientale de La Gallinola fiancheggiano a Sud La Costa Alta.

Tutto ciò sembra essere avvenuto anche nel corso della seconda fase glaciale. In entrambe comunque il Ghiacciaio de La Gallinola (sarebbe più corretto in queste fasi, indicarlo come Ghiacciaio di Campo Puzzo), oltre a contribuire alla costruzione degli archi morenici al bordo settentrionale del Campitello, abbandonava una morena laterale sinistra (lembo al piede del versante del Miletto), e alcune morene forse di fondo (residui presenti al bordo meridionale del Campitello nei dintorni della Sorgente Capo d'Acqua). In queste stesse fasi venivano depositi tutti i lembi a Sud della Costa Alta, la morena riconosciuta tra questa e la Serra Le Tre Finestre, il deposito che nella zona di Campo Puzzo soggiace all'orizzonte crioclastico segnalato, nonché i più settentrionali e più esterni dei cordoni morenici della stessa zona.

In una terza fase sarebbe stato costruito il terzo complesso arco morenico di Campo Puzzo<sup>(8)</sup> e, da una lingua che scendeva dalla forma circoide in prossimità della cima de La Gallinola, sarebbe stato abbandonato il piccolo accumulo subito a Sud del Colle di Mastro Cosimo.

In un'epoca ancora non ben precisabile a causa degli scarsi affioramenti ritrovati forse anche per le asportazioni erosive, la zona venne interessata, forse a più riprese, da deposizione di prodotti piroclastici, i quali coprirono le morene e furono deformati dalle azioni climatiche ed erosive in cui queste vennero coinvolte.

#### LE FORME DI AMBIENTE PERIGLACIALE

Sul Massiccio del Matese e sui suoi immediati dintorni sono presenti un po' dovunque forme generate in condizioni climatiche di tipo periglaciale; si ritiene utile segnalarle perché integrano il quadro dell'ambiente al tempo della glacializzazione e perché ne mostrano qualche aspetto attuale. Tali forme sono costituite da breccie crioclastiche, da festonature da crioturbazione, e da piccole conche crionivali.

Le breccie crioclastiche che qui si vuol considerare sono quelle, già segnalate, intercalate in più punti ai depositi morenici delle prime fasi glaciali; esse sono ovunque costituite da clasti calcarei a spigoli vivi, tenacemente saldati fra loro da legante carbonatico, e hanno spessori variabili da luogo a luogo, comunque non superiori al paio di metri (fig. 8). Sono interpretabili come prodotti di gelifrazione, principalmente delle parti superiori di morene, a seguito di un deciso ritiro dei ghiacci che favorì una maggior frequenza dei cicli di gelo e disgelo (PIETRACAPRINA, 1964) e una maggiore possibilità di solubilizzazione dei carbonati (NANGERONI,

(8) Per questa fase quindi sono localmente testimoniate alcune oscillazioni della fronte glaciale; una situazione analoga è stata riscontrata anche sul Massiccio del Pollino al confine calabro-lucano (BOENZI & PALMENTOLA, 1975), dove la conformazione del rilievo è per molti versi simile a quella de La Gallinola.

1965). Una nuova espansione delle lingue glaciali coprì in più punti le breccie con nuova morena che ne impedì l'asportazione erosiva.

Tali breccie rappresentano quindi la testimonianza di una non trascurabile oscillazione climatica della quale sono conservate tracce anche in altre parti dell'Appennino Meridionale (DE LORENZO & DAINELLI, 1923; BOENZI & PALMENTOLA, 1972).

A condizioni di clima decisamente freddo sono dovute le festonature da crioturbazione che, sulla Montagna del Matese, interessano anche la copertura tufitica sopra ricordata e presente su alcune morene nella zona di Campo Puzzo<sup>(9)</sup>.

Le conche crionivali (ALBERTINI, 1950; PINNA, 1965) sono presenti al piede dello sperone S. Nicola (versante settentrionale del massiccio) in due pianori fra i 900 e i 1 000 m di quota, estesi qualche centinaio di metri e ben protetti a Sud dal ripido contrafforte del Matese il quale ne impedisce in pratica l'insolazione, tanto che d'inverno il suolo vi è costantemente gelato. Si tratta di piccole concavità imbutiformi a contorno subcircolare, con diametro di 40-50 cm, impostate in terreni fliocoidi argilloso-marnoso-arenacei o nella loro copertura eluviale. Queste (fig. 9), nelle quali ancor oggi il ghiaccio notturno quando si forma si conserva fino alle ore più calde del giorno, possono esser ritenute forme ereditate, comunque in equilibrio con le attuali condizioni microclimatiche della zona in cui si trovano; proprio queste condizioni ne spiegano anche la quota relativamente bassa rispetto a forme analoghe segnalate sui 1 700 metri nei Monti Sibillini (DAMIANI, 1975), al di sopra dei 1 900 sul Gran Sasso e sulla Maiella (GENTILESCHI, 1967) e sui 2 000 metri nel Gruppo Ortles-Cevedale (PIETRACAPRINA, 1964).

#### ETÀ DELLE TRACCE E CONSIDERAZIONI SULLE FASI GLACIALI

Sul Matese quindi son presenti diffusamente resti dell'attività glaciale quaternaria; tali resti, ovunque in buono stato di conservazione, sono rappresentati da

forme di escavazione e da depositi morenici. Questi ultimi sono sempre costituiti da ciottoli calcarei arrotondati e lisciati, frequentemente striati, di dimensioni assai varie, immersi in abbondante matrice limosa grigio-biancastra; ovunque con il medesimo grado di freschezza e mai con differenze di facies significative.

Tutto ciò induce a concordare pienamente con gli studiosi che in precedenza si sono occupati del massiccio e che hanno voluto riferire alla glaciazione würmiana le morene su esso affioranti. Tale attribuzione cronologica trova per altro riscontro nella più generale situazione dell'intero Appennino dove morene con facies ben diversa da quelle würmiane e riferite a glaciazioni precedenti, sono segnalate da DEMANGEOT (1963) (deposito morenico di Pietracamela), da PFEFFER (1967) (morene nel Gruppo Ocre-Velino), da BOENZI & PALMENTOLA (1975) (lembi morenici sul Cozzo del Pellegrino)<sup>(10)</sup> e da FEDERICI (1977) (morene di M. Navert).

I dati riportati nelle pagine precedenti consentono, pur con qualche difficoltà, di ritenere che localmente l'ultima glaciazione si sia sviluppata in quattro fasi: una di massima e tre stadiali. In più luoghi (Folubrico, Campo Puzzo), dove le forme del rilievo lo hanno consentito, anche ostacolando il libero defluire dei ghiacci, i prodotti morenici della prima fase stadiale sono parzialmente sovrapposti a quelli della fase di massima dai quali li separa un orizzonte di breccia crioclastica.

L'intera successione degli eventi würmiani si riconosce soltanto nella zona fra la piana del Campitello e la vetta del M. Miletto. Nel Fondacone non si riesce a distinguere i prodotti della prima fase da quelli della massima espansione, e mancano quelli della terza; que-

<sup>(9)</sup> Il deposito, costituito da tre livelli a diverso grado di pedogenesi, è in corso di studio anche in vista di una possibile utilizzazione per la datazione assoluta, localmente assai importante data la sua posizione stratigrafica.

<sup>(10)</sup> È possibile che piccoli resti di depositi prewürmiani siano presenti anche sul Massiccio del Pollino, al confine calabro-lucano, dove ricerche appena iniziate hanno condotto al ritrovamento di lembi di puddinga ben diagenizzata, di possibile origine morenica.



FIG. 9. - Conche crionivali riempite d'acqua ghiacciata nei dintorni della Stazione della Teleferica (versante settentrionale del Matese).

sta è pure assente nel Folubrico e nella zona de La Gallinola.

Le quote attuali intorno alle quali dovrebbe essersi attestato il limite nivale nelle diverse fasi sono riportate nella tabella seguente:

località	max esp.	I fase	II fase	III fase
Folubrico	1550	1620	1770	/
Fondacone	1550	(?)	1750	/
M. Miletto	1570-1600 (?)	1700	1770	1870
La Gallinola	1550-1600 (?)	1670 (?)	1750	/

Questi valori vanno comunque considerati con la necessaria cautela, dato che in più luoghi sul Matese le forme del rilievo hanno condizionato l'allungamento delle lingue glaciali e l'abbandono delle morene.

Un esempio di tali condizionamenti è rappresentato nelle località Folubrico e Fondacone dove le alte pareti delle valli, per altro assai anguste e aperte a Nord, hanno ben protetto le lingue glaciali consentendo loro di allungarsi fino a quote assai basse. Pertanto si ritiene che i valori più verosimili delle quote del limite nivale siano quelli ricavati per il Ghiacciaio del M. Miletto.

Per quanto concerne le forme di escavazione vanno innanzitutto ricordati alcuni fatti, probabilmente non casuali:

— un grosso ghiacciaio, quello de La Gallinola, del quale si riconoscono diffusi resti morenici, aveva un bacino collettore assai vasto e non ben definito, ma nessun circo;

— un circo assai ben sviluppato sul M. Miletto, è affiancato praticamente alla medesima quota, da alcune nicchie circoidee (circhi in embrione);

— un altrettanto ben sviluppato circo, inciso nello sperone S. Nicola a quote assai basse (il fondo è a 1 500 m), è tutto più basso del fondo del vicino circo di M. Miletto; non si continua in alto con versanti da cui potesse in qualche modo ricevere neve o ghiacci e si apre in una valle di chiaro modellamento fluviale, nella quale non si son trovati depositi morenici;

— tre circhi molto ben modellati e a quota assai bassa (1 550 m circa) si osservano anche sul versante settentrionale del Colle Tamburo, sovrastati da un ampio versante inclinato verso di essi e segnato da evidenti tracce di intensa esarazione.

Nonostante quindi che la costituzione litologica, lo stato generale dei corpi rocciosi e in genere le condizioni predisponenti siano ovunque gli stessi, il massiccio presenta una certa varietà di forme di modellamento glaciale, a quote anche notevolmente diverse; alcune addirittura troppo basse per essere state glacializzate in modo significativo durante il Würm. La più appariscente fra queste ultime è il circo di S. Nicola il quale, data la sua posizione altimetrica e la configurazione delle superfici nei dintorni, può esser stato interessato durante il Würm soltanto dalle fasi di maggiore espansione, comunque in modo tanto esiguo da non consentire la produzione di accumuli morenici di dimensioni tali da re-

sistere all'erosione postglaciale. Altrettanto anomali paiono i circhi incisi sul versante settentrionale del Colle Tamburo (Folubrico e Fondacone): essi, nonostante la quota relativamente assai bassa, sono stati certamente interessati dalle fasi di maggior espansione glaciale würmiana (ne son testimoni gli accumuli morenici abbandonati dalle loro lingue glaciali): ciò è stato possibile soprattutto a causa dei continui apporti che ricevevano, secondo il meccanismo dei ghiacciai rigenerati (*sensu* BOENZI & PALMENTOLA, 1972), dalle già ricordate estese superfici sovrastanti.

Le forme ora ricordate hanno posizione e sviluppo tali da far dubitare che per il loro modellamento sia stata sufficiente l'azione dei ghiacci nel relativamente breve tempo della glaciazione würmiana. Pare cioè necessario, anche per la Montagna del Matese, invocare un modellamento precedente, predisponente; questo, se per le forme del Colle Tamburo può esser riferito anche all'azione del carsismo e a quella delle acque, per il circo di S. Nicola, il cui fondo fra l'altro non è stato ancora rimodellato dalle azioni erosive fluviali, e quindi forse anche per quello di M. Miletto, sembra doversi attribuire all'azione di ghiacci prewürmiani.

All'azione dei ghiacci würmiani vanno senza dubbio riferite le nicchie glaciali e le piccole e poco evolute forme circoidee, come quella avventizia modellata all'interno del grande circo di M. Miletto, e quelle riconoscibili un po' su tutto il massiccio.

## CONCLUSIONI

Le ricerche compiute sulla Montagna del Matese hanno consentito di riconoscere numerosi effetti del modellamento glaciale quaternario in parte finora sconosciuti. Tali effetti consistono in forme di esarazione e in accumuli morenici; le prime, costituite essenzialmente da circhi e forme circoidee, sono localizzate, alla testata delle valli del Folubrico e del Fondacone, nella parte alta dello sperone S. Nicola e subito a Nord della vetta del M. Miletto (2 050 m); si mostrano ben modellate e son tutte aperte verso valli nelle quali si conservano le morene abbandonate dai ghiacciai che in esse si originavano. Fa eccezione il circo dello sperone S. Nicola il quale è aperto su un'incisione decisamente fluviale, ha il fondo (1 525 m) a quota inferiore alle minime raggiunte dal limite nivale ed è del tutto privo di versanti più alti da cui potesse in qualche modo ricevere neve e ghiacci. Ciò induce ad avanzare l'ipotesi che il suo modellamento possa essersi verificato in una glaciazione precedente, della quale per altro non sono conservati resti morenici. Tale ipotesi può esser presa in considerazione anche per i circhi del Folubrico e del Fondacone, anche essi assai bassi in quota, i quali però sono stati certamente attivi nel corso dell'ultima glaciazione quaternaria ad opera dei copiosi apporti provenienti da estese superfici tributarie, per un certo tempo più elevate del limite delle nevi, ubicate al di sopra della loro testata.

L'aspetto più singolare della Montagna del Matese dal punto di vista glaciale è comunque rappresentato

nella zona di Campo Puzzo, ai piedi de La Gallinola (1 923 m) Qui si conservano abbondanti resti morenici che si continuano pur smembrati fino al Campitello (alle falde di M. Miletto), ma non si riconoscono circhi e tracce di esarazione sufficienti a giustificarli. Tale situazione fa ritenere che, nelle fasi di maggior espansione glaciale, le parti alte del Campo Puzzo costituissero un grande bacino collettore del quale faceva parte anche l'intero versante nord-orientale de La Gallinola; quest'ultimo, da solo, è rimasto coperto da ghiacci anche nelle fasi successive, meno intense.

Le morene del Matese, per facies tutte simili fra loro, e ad altre osservate sui rilievi dell'Appennino Meridionale, possono esser riferite al Würm. Esse in particolare sembrano testimoniare di quattro fasi glaciali:

— Nella fase di massima espansione e nella prima fase stadiale sul rilievo eran presenti quattro ghiacciai le cui lingue di ablazione si spingevano assai in basso, fin anche a zone di quota attuale sui 1 100 m. Due, sul versante settentrionale di Colle Tamburo (1 982 m), scorrevano per circa due chilometri nelle valli Folubrico e Fondacone. Una terza scendeva dal M. Miletto nella piana del Campitello; qui confluiva con l'assai lunga lingua proveniente dal bacino de La Gallinola, e con questa si spingeva e scendeva alquanto verso Nord lungo il ripido versante settentrionale del massiccio; le parti più avanzate della morena frontale probabilmente rovinavano verso il piede del versante dove formavano il piccolo accumulo nei pressi della stazione teleferica. Le morene di queste due fasi sono in più luoghi parzialmente sovrapposte e separate da un sottile orizzonte di breccia.

— Nella seconda fase stadiale il limite nivale si sollevò di almeno 100 metri. Si ebbe di conseguenza che i ghiacciai del Folubrico e del Fondacone si ritirarono all'interno dei rispettivi circhi: quello del M. Miletto raggiungeva a malapena la piana del Campitello e quello de La Gallinola (ormai soltanto un ghiacciaio di versante) non superava i limiti del Campo Puzzo.

— Successivamente, un'ulteriore mitigazione del clima portò il limite nivale intorno ai 1 870 m di quota; i ghiacciai sul Massiccio del Matese scomparvero praticamente del tutto e solo uno, di tipo pirenaico, si conservò tanto a lungo all'interno del circo di M. Miletto, da costruire sulla sua soglia un arginello morenico.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALBERTINI R. (1950) - *Le «glacere» o «buche di ghiaccio»*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 1.
- ALMAGIÀ R. (1919) - *Tracce glaciali nei Monti Marsicani*. Boll. Soc. Geol. It., 38.
- BALDACCIO O. (1952) - *Le intensità medie delle piogge in Italia*. Boll. Soc. Geogr. It., 89.
- BERTOLANI MARCHETTI D. (1973) - *Precedenti paleoclimatici, estensione cronologica e limiti del Glaciale attuale*. Informatore Botanico It., 5 (1), Bologna.
- BIASUTTI R. (1921) - *Sull'antico limite delle nevi nell'Appennino Centrale e Meridionale*. Atti 8° Congr. Geogr. It., Firenze.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1971) - *Tracce della glaciazione würmiana sul Massiccio del Pollino, al confine calabro-lucano*. Boll. Soc. Geol. It., 90.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1972 a) - *Nuove osservazioni sulle tracce glaciali nell'Appennino lucano*. Boll. Com. Glac. It., ser. 2, 20.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1972 b) - *Alcune considerazioni di Neotettonica sull'Appennino calabro-lucano in base al ritrovamento di tracce glaciali sul Monte La Mula in Calabria*. Boll. Soc. Natur. Napoli, 81.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1974) - *Prima segnalazione di tracce glaciali würmiane nei dintorni di Monte Botte Donato (Sila)*. Boll. Soc. Geol. It., 93.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1976) - *Effetti periglaciali quaternari nella Calabria nord-occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1975.
- BOENZI F. & PALMENTOLA G. (1976) - *Osservazioni sulle tracce glaciali della Calabria*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1975.
- BRANCACCIO L., SGROSSO I., CINQUE A., ORSI G., PECE R. & ROLANDI G. (1979) - *Lembi residui di sedimenti lacustri pleistocenici sul versante settentrionale del Matese, presso S. Massimo*. Boll. Soc. Natur. Napoli, 88.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:100.000, F. 161 «Isernia». 2ª ed., Serv. Geol. It., 1971.
- CASTALDO G. (1965) - *Sul Glaciale del Monte Miletto (Massiccio del Matese)*. Boll. Soc. Nat., Napoli, 74.
- CASTIGLIONI G. B. (1961) - *I depositi morenici del Gruppo Adamello-Presanella con particolare riguardo agli stadi glaciali post-würmiani*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 23.
- CASTIGLIONI G. B. (1964) - *Sul morenico stadiale delle Dolomiti*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 24.
- COCCO E. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F. 161 «Isernia»*. Serv. Geol. It.
- COLAMONICO C. (1930) - *Tracce glaciali sul Matese*. Atti 11° Congresso Geogr. It., Napoli.
- DAINELLI G. (1930) - *Guida delle escursioni per il Matese*. Atti 11° Congr. Geogr. It., Napoli.
- DAMIANI A. V. (1975) - *Aspetti geomorfologici e possibile schema evolutivo dei Monti Sibillini*. Boll. Serv. Geol. It., 46.
- DAMIANI A. V. & PANNUZZI D. (1976) - *La glaciazione würmiana nell'Appennino Laziale-Abruzzese. - I Nota: Il ghiacciaio del F.so S. Onofrio dei Monti Simbruini-Ernici (Appennino Laziale)*. Boll. Serv. Geol. It., 47.
- DE LORENZO G. & DAINELLI G. (1923) - *Il glaciale nei dintorni di Lagonegro in Basilicata*. Mem. R. Acc. Sc. Fis. Mat. Nat. Napoli.
- DEMANGEOT J. (1963) - *Le glacier rissien de Pietracamela. Méditerranée*, 4.
- DEMANGEOT J. (1965) - *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Mem. Doc. CNRS, Parigi.
- DESIO A. (1921) - *Su di una forma particolare di ghiacciai delle Alpi Venete*. Atti dell'8° Congr. Geogr. It., Firenze.
- FEDERICI P. R. (1977) - *Tracce di glacialismo prewürmiano nell'Appennino Parmense*. Riv. Geogr. It., 84 (2).
- FEDERICI P. R. (1979) - *On the Riss glaciation of the Apennines*. Zeitsch. Geomorph., 23.
- FEDERICI P. R. (1979) - *Una ipotesi cronologica glaciale würmiana, tardo e post-würmiana nell'Appennino Centrale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2.
- FRANCESCHETTI B. (1968) - *Osservazioni sulla morfologia glaciale della media valle del Längtang (Nepal Centrale)*. Mem. Soc. Geol. It., 7 (1963).
- GENTILESCHI M. L. (1967) - *Forme crionivali sul Gran Sasso d'Italia*. Boll. Soc. Geogr. It., 104.
- GENTILESCHI M. L. (1967) - *Forme crionivali sulla Maiella*. Boll. Soc. Geogr. It., 104.
- GORTANI M. (1929) - *Deriva dei continenti e periodi glaciali*. C. R. 15° Congr. Géol. Intern., South Africa.

- GORTANI M. (1930) - *Sui ghiacciai quaternari dell'Italia Centrale*. Atti 11° Congr. Geogr. It., Napoli.
- GORTANI M. (1930) - *Sulla glaciazione quaternaria nell'Appennino Abruzzese*. R. Acc. Sc. Ist. Bologna.
- GORTANI M. (1930) - *Sul limite pleistocenico delle nevi nell'Italia Centrale*. Rend. R. Acc. Sc. Ist. Bologna.
- GORTANI M. (1933) - *Ricerche sulla glaciazione würmiana nell'Appennino*. C. R. 13° Congr. Intern. Géogr., Paris (1931).
- LIPPI BONCAMBI C. (1942) - *Appunti geologici sull'Appennino Umbro-Marchigiano-Abruzzese (Monte Terminillo)*. L'Universo, 23 (4).
- MARINELLI O. (1921) - *Sui ghiacciai del Gruppo di Brenta*. Atti 8° Congr. Geogr. It., Firenze.
- NANGERONI G. (1952) - *I fenomeni di morfologia periglaciale in Italia*. Riv. Geogr. It., 59 (1).
- NANGERONI G. (1965) - *L'erosione glaciale*. Atti 19° Congr. Geogr. It., Roma.
- PANIZZA M. (1973) - *Glacio pressure implications in the production of landslides in the dolomitic area*. Geol. Appl. Idrogeol., 8.
- PANIZZA M. (1974) - *Fenomeni franosi connessi ad azioni di glaciopressione*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 22.
- PFEFFER K. H. (1967) - *Beiträge zur Geomorphologie der Karstbecken im Bereich des Monte Velino (Zentralappennin)*. Frankf. Geogr., 42.
- PIETRACAPRINA A. (1964) - *I fenomeni crionivali nei monti a Ovest dell'Ortles-Cevedale (Alpi Retiche)*. Ist. Min. Geol. Univ. Sassari.
- PINNA M. (1965) - *I cicli di gelo e disgelo e la loro influenza sulla morfologia glaciale e periglaciale*. Atti 19° Congr. Geogr. It., Roma.
- RICCI L. (1921) - *Sui tipi dei ghiacciai delle Alpi Bergamasche (Catena Orobica)*. Atti 8° Congr. Geogr. It., Firenze.
- ROVERETO G. (1923) - *Trattato di Geologia morfologica*. Hoepli, Milano.
- SACCO F. (1939) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F. 107 «M. Falterona»*. Serv. Geol. It.
- SACCO F. (1941) - *Il glacialismo nell'Appennino*. L'Universo, 22 (9).
- SESTINI A. (1930) - *Lo sviluppo glaciale nell'Appennino secondo recenti studi*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. 6, 7.
- SESTINI A. (1933) - *Nuove ricerche sulla glaciazione quaternaria dell'Appennino*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. 6, 10 (3).
- SESTINI A. (1934) - *Nuovi contributi alla conoscenza della glaciazione pleistocenica dell'Appennino*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. 6, 22.
- SUTER K. (1939) - *Die eiszeitliche Vergletscherung des Zentralappennins*. Viert. Naturf. Gesell., 74.
- VALBUSA U. (1921) - *False morene semicilindriche o archi di compressione e raggrinzimento*. Atti 8° Congr. Geogr. It., Firenze.