

LA PENISOLA BALCANICA DURANTE IL QUATERNARIO

SECONDO UN RECENTE STUDIO

ALDO SESTINI

IL riconoscimento sicuro di tracce glaciali nella Penisola Balcanica è di data assai recente, poichè risale soltanto al 1896, allorchè il geografo serbo J. Cvijič le riscontrava nel massiccio del Rila. Le ricerche, rapidamente moltiplicate da allora, e soprattutto estese ed approfondite dopo la guerra mondiale, sono oggi sufficienti a dare un quadro generale, abbastanza completo se anche non definitivo, della glaciazione quaternaria nel sud-est europeo. I fenomeni glaciali del Quaternario sono soltanto un aspetto particolare, e spesso locale, di un complesso di condizioni climatiche e fisio-geografiche regnate durante l'era più recente della storia geologica della Terra (nella quale pretendiamo di distinguere con finezza e profondità senza confronto maggiori con le ère precedenti); ma ne costituiscono l'aspetto più caratteristico e meglio definito, attorno al quale vengono ad ordinarsi e col quale si coordinano, spesso, i numerosi altri avvenimenti che hanno lasciato la loro impronta sulla Terra.

Appunto dalla considerazione delle tracce lasciate dagli antichi ghiacciai nelle montagne della Penisola, si parte D. J a r a n o f f per comporre un quadro generale del Quaternario balcanico. Il noto geografo e geologo bulgaro erà particolarmente qualificato per accingersi ad un compito di tal genere, non solo per i suoi numerosi studi speciali sul territorio della Bulgaria, ma anche per le ricerche personalmente condotte su un'area molto più vasta, in seguito all'incarico affidatogli dalla Commissione per la carta internazionale del Quaternario europeo (nella scala 1: 1.500.000) di compilare uno dei fogli di questa carta, esteso alla maggior parte della Penisola Balcanica. Oltre che valersi della sua larga esperienza diretta, come di elaborazioni sintetiche da lui stesso tentate in precedenza su argomenti connessi col presente, ha saputo far tesoro di una larga e dispersa letteratura internazionale (1), alla quale non manca nemmeno qualche apporto italiano.

(1) L'elenco bibliografico annesso alla memoria citata nella nota seguente comprende 224 numeri, e facilita enormemente il lavoro di chi voglia accingersi a nuovi studi sul Quaternario della Penisola.

Ciononostante, il J., con quella serietà e coscienziosità scientifica che lo distinguono, avverte fin dall'inizio il lettore che molte sue affermazioni sono affatto ipotetiche, e prevede che ancora per parecchio tempo molte questioni rimarranno trattate in modo poco soddisfacente (soprattutto per incompiutezza di dati), concludendo che ha ritenuto utile procedere a questa rassegna del Quaternario balcanico affinché si vengano meglio determinando quali sono i problemi insoluti.

Dopo che i nuovi studi sulla glaciazione quaternaria dell'Appennino e le fruttuose ricerche in ordine alle serie stratigrafiche ed ai fenomeni litoranei della Penisola Italiana hanno permesso di gettare uno sguardo assai più profondo sulle condizioni del nostro suolo, nella più recente era geologica, e dopo che i recenti avvenimenti politici hanno aumentato l'interessamento degli Italiani per quanto riguarda la vicina Penisola Balcanica, non è fuor di luogo riassumere il quadro del Quaternario in quest'ultima, quale risulta dal succoso e chiaro scritto del J. (1).

* * *

Tracce glaciali si riscontrano in larga parte della Penisola Balcanica, ma non in tutta. Mentre di ghiacciai furono provviste le alte montagne del sistema dinarico, fin nel Peloponneso, e del massiccio dei Rodope, essi mancarono totalmente nella catena dei Balcani, a causa della maggiore elevazione del limite delle nevi nella parte più orientale della Penisola.

Nei Velebit sono rimaste tracce glaciali, nonostante la scarsa altitudine (m. 1758). Anche nella Dalmazia centrale e nella Bosnia ebbero ghiacciai parecchie montagne, di cui qualcuna più bassa di 2000 m. (Troglav, Šator, Cincer, Raduša, Cvrstica, Prenj, Bjelašnica, Treskavica, studiate specialmente dal Milojević e dal Grund) (2). Numerosi autori si sono occupati dell'antica glaciazione delle montagne montenegrine (Penck, Cvijić, Sawicki, Milojević, ecc.), le quali ebbero notevoli ghiacciai anche se relativamente poco elevate, purchè vicine alla costa adriatica; in tali condizioni si trovano l'Orjen e il Lovcen. All'interno si segnalano il Durmitor e le vicine montagne di Lukavica e Sinjajevina, con importanti morene di fondo a 900-1000 m. d'altitudine, il Bjelasica e il Komovi, le Prokletije o Montagne Maledette, sul confine albanese; quest'ultime presentano un paesaggio glaciale di tipo prettamente alpino fino a quote inferiori a 1000 m., come testimonia il bel lago glaciale di Plava (m. 850).

Anche le Alpi Albanesi (di cui le Prokletije sono in fondo la parte più elevata) presentano spiccato carattere glaciale. Le tracce degli an-

(1) D. JARANOFF, *La Péninsule Balcanique pendant le Quaternaire*, in « Mélanges Stefan Boncev à l'occasion de son 70^e anniversaire » (« Revue de la Soc. géol. bulgare », t. XI, 1939), Sofia, 1940, pp. 247-325, con 4 tavole.

(2) È conservata la grafia originale dei nomi alavi, tranne per quelli di forma tradizionale italianizzata. Lo stesso dicasi per quelli albanesi.

tichi ghiacciai in Albania sono state particolarmente studiate ed anche riassunte dal Nowack (1), che rimane pertanto la fonte principale (accanto agli scritti del Bourcart, Louis, Leutelt, ecc.). La loro conoscenza è però tuttora imperfetta per diversi gruppi montuosi, in ispecie quelli fiancheggianti la vallata del Drin Nero. Sappiamo, ad ogni modo, che ebbero ghiacciai presso che tutte le montagne con altitudine superiore a 2000 m., e nell'Epiro, sull'attuale confine politico con la Grecia, anche qualche monte d'altitudine un po' inferiore. Da nord a sud si succedono Koritnik e Korab, Neshda Lurës, Mali Dejes, Mali Allamanit, Mali Lopës, Jablanica, Mali Shebenikut, Gur'i Zi e Gur'i Topit (Valamare), Tomor, Ostravica, Grammos, Mali Cikës (2), Griba, Mali Lunxheriës, Nëmërçkë, Murgana (m. 1806), ed altri minori o nei quali le tracce glaciali sono più incerte. Anche nei Monti di Skanderbeg, benchè elevati solo m. 1706, ma vicini al mare, si trova probabilmente qualche piccolo circo. Le morene più basse, corrispondenti ai maggiori ghiacciai, si trovano ad altitudini veramente basse: circa 300 m. allo sbocco della Valbona (Alpi Albanesi) e 400 m. al piede del Nëmërçkë.

Nel Pindo sono state riconosciute tracce glaciali sulle montagne dello Smolika, del Peristeri, del Kakarditsa, tutte elevate più di 2000 m., mentre un po' più a sud anche montagne della stessa elevazione ne sembrano prive. Il Maull ha seguito le tracce dei ghiacciai quaternari nella Grecia centrale (Vardussia, Ghiona, Parnaso) e nel Peloponneso (Chelmos, Taigeto), dove sono state in parte ristudiate dal Mistardis (3); tutte queste montagne superano i 2000 m. per 300-450 m. Un'altra montagna della Grecia in cui si svilupparono ghiacciai è l'Olimpo, che però dovrebbe essere meglio studiato.

Copiose sono pure le tracce glaciali nei massicci della Macedonia occidentale, dove più d'uno s'innalza sopra 2500 m. Lo Šar Planina, il Perister e il gruppo della Mokra ne hanno rivelate di importanti, con circhi, laghetti, morene stadiali, ecc. (Jovanović, Milojević, Radev, ecc.).

Nel massiccio dei Rodope, il Rila è stato studiato da Cvijić, Radev, Penck, Louis. Lo stesso J. ha riscontrato gli studi precedenti e riconosciuto le tracce di grandi ghiacciai vallivi (uno dei quali era stato fin qui trascurato), nonostante la forte elevazione del limite nivale, circa 2250 m.; le morene più basse sono a 1090-1230 m. Altre serie moreniche più in alto sono stadiali. Pure notevoli furono i ghiacciai del Pirin (Louis). Fondandosi sulle proprie ricerche il

(1) E. NOWACK, *Die diluvialen Vergletscherungsspuren in Albanien*, «Zeitschr. für Gletscherkunde», XVII, 1929, pp. 122-167. Un breve riassunto fu già inserito in questo «Bollettino», anno 1929, p. 696-98.

(2) Le tracce glaciali nell'Albania meridionale furono segnalate per la prima volta da A. Martelli, non dall'Almagià, come si legge nel J.

(3) Per il Taigeto il v. Klebelsberg si è limitato ad escludere che si siano formati ghiacciai vallivi, ma non ha escluso la presenza di forme glaciali nelle parti più elevate della montagna, forme che il Maull aveva riscontrato.

J. conferma invece la mancanza totale di forme glaciali nei veri Balcani (Stara Planina).

Una delle questioni di maggior interesse, relative al Quaternario della Penisola, è ovviamente quella dell'unicità o pluralità delle espansioni glaciali. In più gruppi montuosi e da diversi autori sarebbero state riscontrate le tracce di due glaciazioni, delle quali la più antica d'importanza maggiore; la seconda è stata concordemente paragonata alla glaciazione würmiana delle Alpi. Il J. conclude la sua rassegna affermando che le montagne della Penisola Balcanica sono state interessate da una sola glaciazione, con due fasi corrispondenti al Würm I e Würm II delle Alpi; per lo meno ciò si dovrà ammettere finché non si scopriranno depositi interglaciali. I ghiacciai maggiori hanno avuto inoltre tre stadi di regresso, comparabili ai noti stadi alpini. Effettivamente parte dei depositi morenici più bassi citati come prova di una glaciazione più antica sono stati riconosciuti non glaciali; di altri si sa ben poco di preciso, nè sono certo prove della pluralità i terrazzamenti delle stesse valli glaciali. All'argomento principale portato dal Milojević che le morene terminali dell'ultima glaciazione riposino su terrazze « fluvio-glaciali », il J. obietta che questo carattere fluvioglaciale non è stato mai dimostrato. Solo pochissime volte, anzi, si trovano depositi in continuazione diretta delle morene; nel più dei casi i presunti depositi fluvioglaciali non si distinguono a sufficienza da normali accumulazioni torrentizie. Vedremo più innanzi quali sarebbero le ragioni della mancanza di glaciazioni anteriori a quella würmiana.

Abbastanza sicuro è invece il quadro che si può dare della depressione del limite delle nevi. L'altitudine di questo limite è rappresentata in una carta con curve isometriche di 100 in 100 m., suscettibile forse di qualche emendamento (1), ma certamente giusta nelle linee d'insieme. Il limite, inferiore anche a 1500 m. nella Dalmazia ed al margine marittimo del Montenegro, si rialzava nel complesso da ponente a levante (nella Macedonia occidentale circa 2000 m.). Grossolanamente le curve di ugual altezza del limite corrono parallele alla costa adriatica e tagliano in genere solo con debole angolo la costa ionica. Nella metà orientale della Penisola domina invece l'influenza della latitudine; ma il limite vi era elevato, sui 2200-2300 m.

I depositi periglaciali sono rappresentati anzitutto da accumulazioni detritiche calcaree, più che altro nelle catene a forme strutturali e substrutturali primarie; particolarmente abbondano nell'Albania, nell'Epiro, nell'Acarnania, nelle stesse Isole Ionie. Meno frequenti sono i depositi originati dal dilavamento di materiali non calcarei, sui quali l'accelerazione nei processi di disfacimento, durante i periodi quaternari di clima più freddo, sarebbe stata alquanto minore che sui

(1) Almeno nelle parti più esterne delle catene del Pindo, dal lato ionico, reputo che il limite sia disceso un po' più in basso di quanto è indicato nella carta del J.

calcarei (tuttavia notevoli esempi di questi depositi, minutamente detritici o terrosi, più o meno stratificati, li abbiamo veduti nell'Albania meridionale).

Un altro tipo di depositi periglaciali è costituito dal *loess*, segnalato dal Boué fin dal 1836. La sua diffusione è ben circoscritta. Il *loess* nella Serbia settentrionale copre, a mezzogiorno del Danubio, un'area piuttosto piccola ed è legato a quello del bacino pannonico; invece grande estensione assume più ad oriente, in Bulgaria, tra il piede dei Balcani e il Danubio, connesso con quello della Valacchia e della Bessarabia (1). Fuori di queste regioni il *loess* manca o è dubbio. Secondo il J. non è possibile distinguere più orizzonti stratigrafici nel *loess* balcanico (tutto eolico), perchè le zone di alterazione che vi si riscontrano hanno valore soltanto locale. La fauna malacologica è simile a quella delle parti superiori del *loess* dell'Ucraina; i resti di mammiferi sono scarsi, ma significativi: *Elephas primigenius* e *Rhinoceros tichorinus*. Tutto il *loess* balcanico è quindi würmiano.

Pochissima importanza hanno le dune, tanto recenti che fossili, essendo legate esclusivamente alle coste ed alle vicinanze del Danubio.

* * *

Anche alle terrazze marine, lacustri e fluviali si stende la rassegna del J. Le prime hanno attirato molto per tempo l'attenzione dei geologi, ed anzi in parte ci sono note ancor oggi solamente attraverso vecchi studi. Le terrazze littoranee appaiono abbastanza rare e non sempre sono rivestite da depositi marini. Le più importanti, per le faune che hanno fornito, sono lungo i Dardanelli e intorno all'istmo di Corinto. Altre sono note per le isolette del Mar di Marmara, Samotraccia, i dintorni di Dede Agač, la costa del Mar Nero presso Varna. Queste terrazze, comparate con quelle di altri paesi mediterranei, «provano in modo evidente», secondo il J., soste del livello marino alle seguenti altezze rispetto alla posizione attuale: 90-110 m. (terrazza siciliana?), 50-60 m. (t. milazziana?), 28-30 m. (t. tirreniana, la cui età è dimostrata dalla fauna), 15-20 m. (t. monastiriana del Dépéret, moustero-aurignaziana del J.), 6-7 m. ed infine 2 ½-3 m. (terrazza d'età eneolitica, come proverebbero le pomici di una terrazza di Samotraccia, provenienti verosimilmente da Santorino).

Osserveremo che realmente pare esservi grande parallelismo tra le terrazze dei Dardanelli, di Samotraccia e della vicina costa presso Dede Agač, ma si tratta di una regione molto ristretta; nel Peloponneso settentrionale le terrazze marine sono poi fortemente dislocate, quelle tirreniane raggiungendo fin anche 350 m. d'altitudine. L'estensione a tutta la Penisola Balcanica dello stesso schema sembra invero fondata ancora sopra un numero di elementi estremamente scarso.

(1) L'estensione del *loess* e degli altri depositi quaternari è indicata in una carta apposta, comprendente la parte centrale ed orientale della Penisola.

Sulle terrazze fluviali quaternarie i dati sono tutti assai recenti; il J. ha potuto raccoglierne molti personalmente in quasi tutte le regioni balcaniche, e ricostruisce la serie completa e normale delle terrazze fluviali nel modo seguente. La più alta e più vecchia si trova generalmente a 90-100 m. sui fondi attuali, incisa nelle più varie rocce prequaternarie, compresi i depositi levantini, ciò che ne determina l'età pleistocenica. Questa terrazza è spesso coperta da pochi metri di ghiaie fluviali, mentre in certi luoghi è sostituita da grandi conii di deiezione.

Entro la precedente sono incastrate altre 5 terrazze, di cui la più antica, a 56-60 m. sui fondi attuali, sembra corrispondere all'epoca di più lunga stabilità durante il Quaternario, essendo in certi luoghi larghissima. Anch'essa è rivestita generalmente da depositi fluviali, ma più sottili. Segue una terrazza più recente, a 28-35 m., pure con pochi depositi, un'altra a 15-18 m. (raramente 20) sui fondi attuali; quest'ultima presenta depositi più potenti, specialmente quando è molto larga. La quinta terrazza, incisa nella precedente, è a m. 6-6,50 d'altezza, l'ultima, presente solo nei tronchi inferiori delle valli, a m. 2,50-3 sul livello attuale dei fiumi.

Queste terrazze sono messe dal J. in parallelismo con quelle marine di analoga altezza. Se, effettivamente, la disposizione generale è quella ora accennata, la corrispondenza non sembrerebbe dubbia. Il J. aggiunge che la terrazza fluviale di 90-100 m. è in certi luoghi « in collegamento diretto » con quella marina più alta, e press'a poco lo stesso ripete per le altre, in particolare per quella tirreniana, di 28-35 m.; ma in verità, dai dati riferiti nello stesso suo scritto sulle terrazze marine, non si vede affatto come e dove avvenga questo collegamento diretto. Dobbiamo invece ritenere sicura la connessione di una terrazza fluviale a 15-18 m. con la morena terminale dell'antico ghiacciaio di Beli Iskar, osservata dall'autore stesso; detta terrazza appare quindi würmiana.

Quella prima esposta è la successione ritenuta normale, ma in molti casi la serie delle terrazze si comporta diversamente. Vi sarebbero, anzi, ben sei combinazioni, oltre la serie fondamentale, che si presenta la più diffusa, apparendo le altre in regioni circoscritte (ma nell'insieme occupanti un'area vasta). Il numero normale di terrazze, ma con altezze un po' inferiori, si presenta in una zona che circonda i Rodopi orientali, mentre in qualche parte dei Balcani manca la terrazza più alta. In alcune regioni le terrazze marine e fluviali mancano totalmente e i depositi quaternari sono ricoperti da quelli attuali (diverse pianure dei bacini interni), con tendenza alla formazione di paludi. Analoga tendenza si manifesta dove le quattro terrazze più alte si ritrovano, per quanto con altezza un po' inferiore a quella normale, ma quella di m. 6-6,50 è solo ad un metro di elevazione (Golfo di Burgas, vallata di Sofia, ecc.). Infine, una combinazione molto frequente nelle regioni montagnose della Penisola è la presenza delle 6 terrazze, di cui però le tre più antiche situate ad altezza assai mag-

giore del normale; la loro corrispondenza nella serie sarebbe dimostrata dal fatto che in molte valli queste terrazze fanno passaggio a quelle con altezza normale.

Dopo aver accennato brevemente ai depositi lacustri (laghi già esistenti nel pliocene e laghi di formazione quaternaria) ed ai travertini, il J. passa all'esame di un argomento che dovrebbe, in massima parte, dar la chiave per la spiegazione, ad un tempo, della serie delle terrazze e di certi aspetti della stessa glaciazione. Precisamente, i moti tettonici, che tutti gli autori sono d'accordo nel ritenere, per la Penisola Balcanica, intensi e fin recentissimi, anche in accordo alla forte sismicità di parecchie regioni della Penisola.

La prima combinazione di terrazze fluviali, quella normale, è messa in rapporto con un grande rigonfiamento, di amplissimo raggio; questo movimento è stato comune a molte altre regioni del sistema alpino, in quanto mostrano la stessa successione di terrazzamenti. Il J. respinge recisamente l'idea che la comune altezza delle terrazze sia da riportarsi ad oscillazioni eustatiche del livello generale dei mari mancando la stessa serie fuori della regione circummediterranea. I movimenti tettonici, che hanno portato alla serie normale delle terrazze, sarebbero stati uniformi su vasta estensione, però via via meno forti verso il nord e verso il sud. Dalla carta della distribuzione delle terrazze costruita dal J. (estesa alla parte centrale e occidentale della Penisola) non ci sembra però che quest'ultimo fatto risulti.

Le deviazioni dalla serie normale si spiegano con affondamenti relativi, avvenuti in diversi momenti, oppure, nel caso dell'ultima combinazione, con sollevamenti molto più forti avvenuti prima della formazione delle tre terrazze inferiori. Le zone interessate da questi più forti sollevamenti sono legate alle meganticlinali ed alle regioni anticlinoriali delle Balcanidi e delle Dinaridi, al massiccio dei Rodope, agli « horst » della zona tettonica egea. Più precisamente, i moti tettonici posteriori a quelli che hanno provocato, in tutta la Penisola, discontinuità tra depositi pliocenici e depositi quaternari (fase orogenica *valacca*), sarebbero i seguenti: movimenti postorogenici *siciliani* (sollevamenti od affondamenti, secondo i luoghi); movimenti orogenici *tirreniani*, del principio del tirreniano e generalmente negativi (affondamento nelle zone sinclinoriali, per esempio la pianura di Filippopoli, dove i depositi würmiani ricoprono quelli precedenti); movimenti sinorogenici *post-tirreniani*, immediatamente precedenti al würmiano (tra l'acheuleano e il mousteriano della cronologia preistorica), consistenti in sollevamenti importanti in tutte le zone anticlinoriali, e sollevamento epirogenico; movimenti sinorogenici del *fiandran* inferiore, per lo più negativi, avvenuti durante il neolitico antico (in certi luoghi sarebbero stati invece positivi, come in qualche montagna dell'Albania settentrionale); infine movimenti sinorogenici *recenti*, molto deboli, di cui sarebbero espressione le aree palustri di parecchie conche e l'invasione di terreni coltivabili da parte dei con i di deiezione.

Questo quadro, relativo alle terrazze ed ai movimenti tettonici che possono dedursi dallo studio di quelle, è senza dubbio molto interessante, in modo speciale perchè risulta largamente da ricerche personali sul terreno. Ci sia consentito, tuttavia, di fare qualche rilievo, aggiungendo in pari tempo taluni particolari.

Secondo il J. sarebbe dimostrato in modo assoluto un vero piegamento lungo la costa dalmata dai dati archeologici, e cioè dalla presenza di avanzi romani sotto il livello marino attuale (1). Il Milojević ha invocato una trasgressione generale per spiegare questo fatto; il J. si domanda giustamente come possa essersi continuato in epoca storica il rialzamento del livello marino, quando la fusione dei grandi ghiacciai quaternari è terminata già da molti millenni. Ma il J. estende a tutto il Quaternario la sua contrarietà ad ammettere trasgressioni marine generali, osservando che le regioni le quali hanno suggerito l'idea di simili trasgressioni sono tutte zone instabili dal punto di vista tettonico. Così, per esempio, l'Adriatico ha subito un affossamento tettonico locale ed assai recente, simile a quello del principio del Miocene e del principio del Pliocene; con ciò si spiegano ugualmente le tracce di una topografia subaerea nella sua parte superiore, messe in rapporto ad oscillazioni eustatiche dal compianto De Marchi. Trasgressioni e regressioni, in tutta la regione mediterranea ed anche altrove, sono secondo l'Autore fenomeni essenzialmente locali. Ciò sarebbe provato « dall'assenza di valli consecutivamente riempite e di nuovo incise come fenomeno generale ».

Non sapremmo con altrettanta fiducia condividere il pensiero dell'eminente geografo bulgaro su questo punto. Bisogna osservare che le tracce delle trasgressioni sono molto più difficili a mettersi in evidenza di quelle delle regressioni; queste ultime lasciano allo scoperto i depositi più antichi; laddove le prime li vanno ricoprendo e nascondendo. Ad ogni modo, via via che progredisce lo studio delle regioni costiere, particolarmente delle pianure, si mettono dovunque in luce le tracce di precedenti livelli marini inferiori all'attuale, pur in luoghi tradizionalmente considerati come tipiche zone di sollevamento. Ciò è risultato chiaramente per il litorale tirrenico della Penisola Italiana (2). Anche nell'Albania costiera, considerata fin qui come tipica regione di sollevamento recente, considerevoli sovralluviona-

(1) Anche per l'Albania e sulla base dei resti archeologici il Bourcart si era già pronunciato, come il J., in favore di un piegamento continuato nella zona litoranea, (J. BOURCART, *Sur des mouvements récents en Albanie occidentale*, C. R. Acad. des Sciences, tomo 178, 1924).

(2) Cfr. specialmente i numerosi scritti di A. C. BLANC (per es. *Sulla stratigrafia quaternaria dell'Agro Pontino e della Bassa Versilia*, « Boll. Soc. Geol. ital. », LV, 1936) e l'articolo dello scrivente: *Evoluzione morfologica della Toscana costiera*, in « Atti della XXVIII Riun. della Soc. ital. per il Progresso delle Scienze » (Pisa, 1939), Roma, 1940, vol. III. Sulla complessità dei fenomeni di alluvionamento ed erosione nelle pianure costiere, complessità che ne rende difficile lo studio, ha richiamato l'attenzione lo stesso A. C. BLANC (*Lo studio stratigrafico delle pianure costiere*, Boll. Soc. Geol. ital., LIV, 1935).

LA PENISOLA BALCANICA DURANTE IL QUATERNARIO

menti si sono certo verificati durante il Quaternario (1), mentre le forme costiere d'ingressione sono tutt'altro che fenomeno locale nella Penisola Balcanica, diffusissime lungo le coste adriatiche, ioniche ed egee.

Quanto all'ipotesi che l'accumulo dell'acqua in forma solida nei grandi ghiacciai quaternari, e la successiva fusione di questi, abbiano ingenerato considerevoli oscillazioni del livello generale dei mari, il J. è del parere che si tratti di pura supposizione teorica. Egli avverte giustamente che formazione e fusione del ghiaccio sono subordinate ai cambiamenti di temperatura, i quali provocano pure variazioni nella quantità di vapore tenuta dall'atmosfera. Secondo calcoli da lui istituiti, il vapore liberato dall'atmosfera durante il periodo di abbassamento di temperatura (fase progressiva di una glaciazione) sarebbe sufficiente a compensare parzialmente la perdita d'acqua per accumulazione nei grandi ghiacciai, mentre l'altra parte sarebbe compensata altrimenti. Non sappiamo in qual modo il J. abbia impostato i calcoli, tuttavia è facile convincersi che, pur riducendo in forma liquida tutto il vapore presente nell'atmosfera, il livello dei mari sarebbe aumentato in misura assolutamente insignificante. Quanto ad altre cause di compensazione, una sola ne troviamo indicata nella memoria del J., gli affondamenti glacibeustatici delle regioni sopportanti i grandi ghiacciai continentali; ma questa, come altre cause (2), non vediamo quali grandi ripercussioni possano aver avuto nelle regioni mediterranee. A parte quanto si possa immaginare per i periodi più antichi, se il livello normale del mare tirreniano (interglaciale) si riconosce effettivamente a 30-35 m. d'elevazione, male si può sfuggire, a nostro parere, alla conclusione che il livello marino sia stato nel würmiano inferiore a quello odierno (3).

(1) A. SESTINI, *Le pianure costiere albanesi*, in questo « Bollettino », ser. VII, vol. V, 1940.

(2) Ne sono elencate diverse da G. DUBOIS, *Essai statistique sur les états glaciaires quaternaires et les états correspondants du niveau marin*, « Ann. de Géogr. », XL, 1931.

(3) La rassegna del J. contiene un dato che parrebbe, a questo proposito, avere importanza fondamentale per la sua tesi, ma del quale egli non si serve nella discussione. Nella terrazza marina di 15 m. sulla sponda meridionale dei Dardanelli, Calvert e Neumayr trovarono un manufatto litico, che Breuil ravvicina ad una punta del mousteriano finale. Se veramente il manufatto fosse di questa età e fosse stato trovato *in situ*, l'età würmiana della terrazza sarebbe provata, e dimostrato quindi un livello marino più alto dell'odierno in piena glaciazione. Ma la scoperta rimane per ora isolata, e mal si può fare affidamento, per la datazione, sopra un solo manufatto litico del tipo di quello figurato da Calvert e Neumayr. Esso, poi, non fu trovato direttamente entro il deposito, ma al piede della terrazza; il fatto che vi aderissero frammenti del conglomerato nemmeno prova assolutamente che fosse in origine incluso in questo.

Un altro dato importante è la connessione, nel massiccio del Rila, della terrazza a 15 m. con le morene würmiane dell'antico ghiacciaio di Beli Iskar, come si è già ricordato. Ci domandiamo se realmente è possibile seguire questa terrazza, situata a più che mille metri d'altitudine ed a grande distanza dal mare, fino alle analoghe terrazze del tronco terminale della valle.

LA PENISOLA BALCANICA DURANTE IL QUATERNARIO

Condividiamo il parere del J. che le terrazze siano, in generale, una conseguenza di fenomeni tettonici. In qualche caso però, l'importanza dei cambiamenti climatici non deve essere sottovalutata. La produzione di grandi quantità di detrito nelle regioni calcaree, cui si è già accennato, non può essere rimasta senza influenza sulle facoltà di trasporto e deposito dei corsi d'acqua; così, nell'Albania meridionale appare probabile che la terrazza a 10-15 m. lungo la Voiussa (costituita da conglomerati riposanti sopra un substrato di flysch a topografia irregolare) sia in stretta connessione con i fenomeni che hanno dato origine alle potenti brecce di versante e di falda (1).

Nei fenomeni tettonici il J. vede anche la ragione della mancanza di tracce di glaciazioni più antiche di quella würmiana. Quest'ultima sarebbe stata anzi la sola subita dalle montagne della Penisola; precisamente i movimenti posttirreniani hanno sollevato le montagne ad altezze superiori al limite würmiano delle nevi, secondo un'ipotesi già emessa da Dainelli e De Lorenzo per il Sirino nell'Italia meridionale, ed accettata dal Suter per l'Appennino in genere (2).

* * *

I lineamenti del clima nella Penisola durante l'era quaternaria possono ricercarsi sulla base dei depositi già menzionati e delle tracce glaciali, ma anche dei documenti paleopedologici e paleobotanici (quest'ultimi, però, ancora estremamente scarsi). La parte settentrionale della Penisola rientra nella zona dei *podsol*, ed in essa la terra rossa rappresenta un suolo fossile, appartenendo ad altra zona climatica, quella mediterranea. A parte la terra rossa levantina (pliocenica), si distinguono tre orizzonti di terra rossa sulle due terrazze più alte, due orizzonti sulla terza (tirreniana) ed uno sulla terrazza di 15-18 m. (würmiana). Da ciò risulta che il clima, nella suddetta regione, è divenuto tre volte mediterraneo, per riassumere poi, ogni volta, i caratteri attuali. Tutto questo non significa che la Penisola Balcanica sia stata sottoposta a grandi variazioni del clima; essa è attraversata dal limite tra due zone climatiche, quindi spostamenti anche moderati di questo limite verso il nord potevano dar luogo alle citate alternanze. Una delle terre rosse viene considerata postglaciale (periodo boreale della

(1) In questa parte dell'Albania si osservano pure caratteristici esempi dell'invasione dei fondi vallivi coltivati da parte dei conii di deiezioni. Le cause possono ricercarsi anche al di fuori dei più recenti movimenti tettonici (per esempio variazioni nel mantello vegetale dei versanti).

(2) K. SUTER, *Die eiszeitliche Vergletscherung des Zentralappennins*, Estr. da « Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesell. in Zürich », LXXXIV, 1939, p. 78-80. Il Suter ammette tuttavia che le più alte montagne appenniniche abbiano avuto ghiacciai anche durante il rissiano, ma più piccoli dei successivi würmiani. È probabile che lo stesso si sia verificato nella Penisola Balcanica, difficilmente potendosi ammettere per tutte le alte montagne di questa un sollevamento di parecchie centinaia di metri, tra rissiano e würmiano.

LA PENISOLA BALCANICA DURANTE IL QUATERNARIO

Europa occidentale), una seconda riss-würmiana (tirreniano superiore), la terza corrisponde probabilmente all'interglaciale precedente. Ogni interglaciale ha quindi portato una estensione della zona climatica mediterranea. Diverse oscillazioni minori si sono verificate anche durante il postglaciale e i tempi protostorici, per quanto meno accentuate che nell'Europa occidentale.

Dall'insieme dei fatti osservati (1), in relazione al quadro generale del Quaternario mediterraneo, il J. propone il seguente schema di divisione cronologica del Quaternario balcanico (2):

Quaternario	{	4. Postglaciale	Olocene
		3. Würmiano	Pleistocene superiore
		2. Tirreniano	Pleistocene medio
		1. Siciliano	Pleistocene inferiore
		Pliocene	Pliocene

L'evoluzione del paesaggio nella Penisola Balcanica durante il Quaternario viene sostanzialmente presentata nel modo che segue. Un cambiamento considerevole nell'orografia e nell'idrografia segna il passaggio dal Pliocene al Quaternario, in conseguenza di nuove accentuazioni delle pieghe di fondo e del sollevamento delle meganticlinali, con emersione dal mare di vaste superfici. Durante il Siciliano inferiore (Siciliano in senso stretto degli Autori) i mutamenti procedono con lo stesso indirizzo, ma rallentati; il pre-fossato danubiano viene ricoperto da una grande distesa ciottolosa. La catena dei Balcani aveva allora un rilievo di gran lunga minore dell'attuale e le differenze del clima a nord ed a sud di essa erano meno accentuate. Coi movimenti intervenuti sulla fine di questo periodo incomincia la frammentazione del suolo della Penisola in numerosi bacini. Il Siciliano superiore (Milazziano di Déperet) è stato un periodo di quiete tettonica, con allargamento delle vallate fluviali, e clima di carattere centroeuropeo, più freddo di quello odierno; sulla fine interviene un nuovo sollevamento, con attiva ripresa dell'erosione, in clima ritornato mediterraneo.

Seguono, al principio del tirreniano, movimenti in prevalenza negativi, con formazione di vasti golfi marini e di minori forme d'in-

(1) La memoria contiene anche un accenno alla tracce dell'uomo preistorico. Ritrovamenti del paleolitico (superiore) appaiono limitati alla Bulgaria settentrionale. Ma è probabile che, col progresso delle ricerche, le tracce dell'uomo paleolitico acquistino maggior diffusione. Ricordiamo le scoperte della spedizione speleologica austriaca nella Megaride, un recente ritrovamento sporadico presso Tirana (« Quartär », II, p. 151) e la scoperta, ancora inedita, di una stazione paleolitica superiore nella regione di Butrinto (Albania), scoperta dovuta all'amico Cav. Luigi Cardini, dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana.

(2) È acclusa anche una tabella assai particolareggiata, contenente un saggio di correlazione del Quaternario della Penisola con quello del Mar Nero, del Mediterraneo e del littorale atlantico dello scudo euroafricano, con le corrispondenze alle consuete cronologie generali.

LA PENISOLA BALCANICA DURANTE IL QUATERNARIO

gressione, mentre il Peloponneso viene ridotto ad isola e sono colmate diverse pianure interne. Il clima, dopo aver subito un secondo raffreddamento, ritorna mediterraneo piuttosto caldo. Alla fine del periodo invece hanno luogo importanti moti tettonici generalmente positivi, intensi soprattutto nelle zone montagnose, per le quali s'inizia un processo di rapido ringiovanimento. Si sono così stabilite le grandi linee del rilievo attuale della Penisola.

Nel würmiano il clima subisce un nuovo raffreddamento, in conseguenza del quale e per l'aumentata altitudine delle montagne si formano i ghiacciai. Questi introducono nel paesaggio elementi morfologici del tutto nuovi, mentre nella Bulgaria settentrionale si deposita il mantello di *loess* (1). In quest'epoca l'uomo fa la sua apparizione nella Penisola.

Verso la fine del würmiano, nuovo sollevamento epirogenico e conseguenti incisioni fluviali. Le coste adriatiche e pontiche acquistano le loro forme attuali solo nel postglaciale, mentre si formano vaste paludi. I terremoti frequenti e intensi provano che questi cambiamenti, in rapporto a moti tettonici, si continuano nell'attualità. Il paesaggio balcanico soffre di rapidi mutamenti, i quali spiegherebbero le difficoltà che gli storici incontrano nel commentare le indicazioni degli antichi.

L'Autore ha saputo ben coordinare un insieme di fatti disparati e complessi, dandoci un quadro organico e ben congegnato dell'evoluzione geografica della Penisola Balcanica nei tempi geologici più recenti. Il problema centrale, su cui le future ricerche potranno utilmente convergere, è, a parer nostro, quello della coordinazione e datazione delle terrazze; da questo campo potrà venire la conferma definitiva del quadro tracciato dal J., come l'inserimento di nuovi particolari. Ci auguriamo che pure i geografi ed i geologi italiani portino il loro largo contributo a queste ricerche nelle terre balcaniche.

(1) Per spiegare la mancanza di depositi loessici corrispondenti ai periodi precedenti il würmiano, il J. invoca il fatto che il rilievo della Penisola, prima dell'ultima glaciazione alpina, era molto meno accidentato. Ciò portava da un lato ad una maggiore uniformità climatica, fatto sfavorevole all'estensione della zona steppica russa verso sud-ovest, e dall'altro ad una minore importanza degli ostacoli frapposti ai venti portatori di polveri.