

GIOACCHINO MARUFFI (*)

RICOSTRUZIONE, MEDIANTE PROSPEZIONE GEOFISICA,
DELL'ANDAMENTO DEL BASAMENTO CONDUTTIVO
NELLA REGIONE VULCANICA DEI MONTI SABATINI E,
MARGINALMENTE, IN QUELLA DEI MONTI CIMINI

RIASSUNTO. — Nella regione vulcanica dei Monti Sabatini e, marginalmente, in quella dei Monti Cimini è stato effettuato uno studio geofisico, mediante prospezione geoelettrica, tendente a ricostruire l'andamento delle formazioni sedimentarie costituenti la base dei prodotti vulcanici. Lo studio effettuato ha permesso la determinazione degli spessori di una coltre a resistività più elevata, identificabile con i terreni vulcanici, poggiante su di un substrato a minore resistività, correlabile con il basamento sedimentario. Sono stati raggiunti risultati interessanti, sia sotto l'aspetto vulcano tettonico che geoidrologico, per una migliore conoscenza geologica delle due regioni vulcaniche.

SUMMARY. — A geoelectrical survey has been carried out in the volcanic regions of the Sabatini and Cimini Mountains.

Purpose of the survey was the determination of the deepness of the sedimentary formations that are under the volcanic materials.

The survey let us know the determination of the thickness of a covering at a higher resistivity, identifiable with the volcanic materials, and of a substratum at a lower resistivity, identifiable with the sedimentary base.

Interesting results have been achieved for a better geological and geoidrological knowledge of the two volcanic regions.

Premesse (1).

La presente nota riguarda lo studio geofisico effettuato dallo scrivente, nel quadro dell'attività di ricerca dell'Istituto di Geofisica Mineraria dell'Università di Roma, diretto dal Prof. C. Aquilina, nella

(*) Istituto di Geofisica Mineraria della Facoltà di Ingegneria della Università degli Studi di Roma.

(1) Il presente studio fa parte di un programma di ricerche geologiche e geofisiche che gli Istituti di Geofisica Mineraria, diretto dal Prof. C. Aquilina, e di Geologia Applicata, diretto dal Prof. U. Ventriglia, della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma, stanno conducendo sotto gli auspici del C.N.R.

regione vulcanica dei Monti Sabatini e, marginalmente, in quella dei Monti Cimini.

Nelle regioni suddette il Prof. U. Ventriglia, direttore dell'Istituto di Geologia Applicata della stessa Università, ed il suo assistente Dott. P. P. Mattias hanno effettuato una serie di ricerche geologiche dalle quali è emersa l'opportunità di effettuare una ricostruzione, sia pure nelle grandi linee, dell'andamento del basamento sedimentario sottostante alle formazioni vulcaniche presenti, quasi ovunque, nella zona.

Poichè il basamento sedimentario risulta costituito, in gran parte, da terreni argillosi o con un certo tenore in materiali argillosi, presumibilmente più conduttivi del complesso delle vulcaniti sovrastanti, si è ritenuto che il metodo geofisico più idoneo potesse essere quello dei sondaggi elettrici verticali.

L'indagine, pur presentando particolari difficoltà, date le notevoli variazioni litologiche esistenti sia nelle formazioni vulcaniche che in quelle sedimentarie, ha permesso di raggiungere lo scopo prefisso ed ha portato un notevole contributo alla conoscenza geologica e geoidrologica della regione sabatina ed, in parte, anche di quella cimina.

Lo scrivente desidera ringraziare il Prof. C. Aquilina per aver reso possibile la ricerca, il Prof. U. Ventriglia per aver posto l'interessante problema, il Prof. M. Bernabini per gli utili consigli, il Dott. P. P. Mattias per aver messo a disposizione tutti gli elementi del rilevamento geologico.

Cenni geologici.

La zona oggetto del presente studio, dell'estensione di circa 1000 km², comprende la regione vulcanica dei Monti Sabatini ed, in parte, quella dei Monti Cimini (Fogli 143 e 144 della Carta d'Italia del I.G.M.).

In questa regione i terreni di superficie sono di natura vulcanica, in prevalenza, e sedimentaria (fig. 1).

Le formazioni sedimentarie, ad esclusione delle alluvioni recenti, sono anteriori ai prodotti vulcanici e ne rappresentano il basamento. Tali formazioni sono rappresentate, procedendo in ordine di età, da:

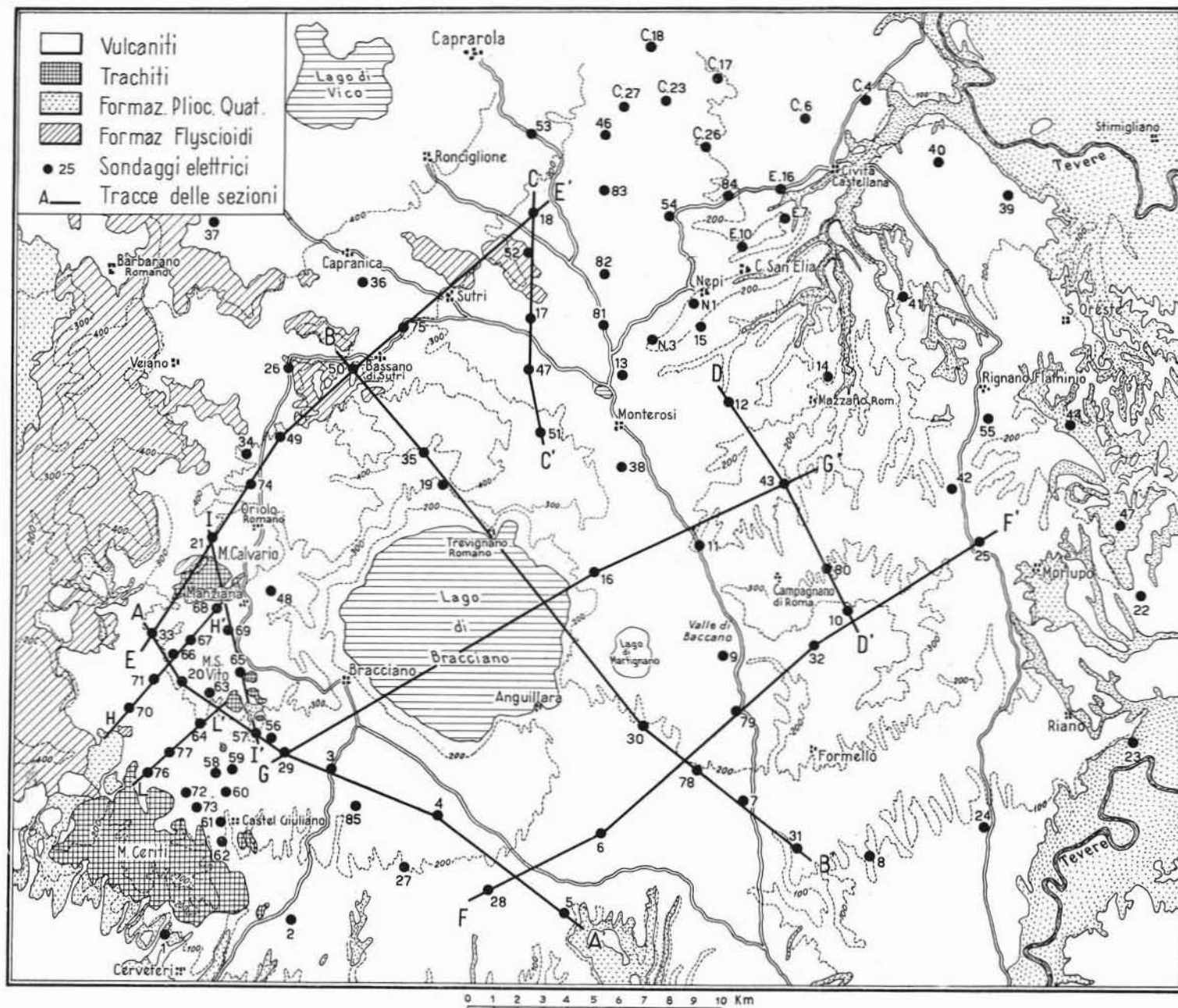


Fig. 1. — Ubicazione dei sondaggi elettrici e tracce delle sezioni elettrostratigrafiche (le indicazioni geologiche sono riprese dalla Carta Geologica della regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini di U. Ventriglia e P. P. Mattias).

- *calcari e calcari dolomitici* del Mesozoico di Monte Soratte e di Monte Le Fate.
- *materiali flyscioidi* cretaceo-oligocenici, affioranti lungo la fascia occidentale del Foglio 143, costituiti da un'alternanza di calcari marnosi, marne calcaree, argille siltose, calcari, arenarie torbidi-diche etc.
- *terreni pliocenico-quadernari* affioranti nella parte meridionale ed orientale del Foglio 143 e comprendenti argille, marne, argille sabbiose, nei livelli inferiori, e sabbie, ghiaie e conglomerati, nei livelli superiori.

I terreni di natura vulcanica rappresentano i prodotti di emissione dell'apparato vulcanico sabatino ed in parte di quello vicano. Sono costituiti da una serie eterogenea di tufi, ignimbriti, lave e, subordinatamente, scorie. Il loro chimismo è prevalentemente di tipo basico, quantunque vulcaniti acide si rinvengano ad Ovest del Lago di Bracciano, a Monte Calvario, a Monte San Vito e nel Gruppo dei Ceriti (Cerveteri).

Riguardo alla storia geologica della zona, secondo le correnti teorie, sembra si possano distinguere le seguenti fasi fondamentali: il sollevamento, per effetto dei fenomeni orogenetici, dei terreni flyscioidi prepliocenici, la trasgressione pliocenico-quadernaria con conseguente deposizione dei terreni sedimentari elastici di ambiente marino ed infine il manifestarsi di fenomeni vulcanici con la conseguente deposizione di prodotti lavici e piroclastici, inizialmente a chimismo acido e, successivamente, a chimismo basico.

La venuta a giorno di lave acide, come cupole od effusioni trachitiche, avrebbe determinato il sollevamento di vaste porzioni delle formazioni sedimentarie, mentre la successiva fuoriuscita di prodotti vulcanici basici, a carattere esplosivo ed effusivo, avrebbe causato abbassamenti e sprofondamenti del basamento.

Queste ipotesi giustificherebbero la presenza della depressione attualmente sede del Lago di Bracciano.

Giustificherebbero inoltre la presenza, in corrispondenza degli affioramenti trachitici, delle formazioni sedimentarie a quote più elevate rispetto quelle riscontrate nelle zone circostanti.

La situazione geoidrologica della zona è caratterizzata dalla presenza di una falda principale e di un certo numero di falde pensili. La falda principale è localizzata alla base dei materiali vulcanici ed è sorretta dai terreni impermeabili appartenenti alla formazione del flysch ed alla formazione sedimentaria pliocenico-quadernaria. Le falde pensili si rinvengono invece nelle vulcaniti al di sopra di livelli meno permeabili, rappresentati da tufi argillificati o compatti. Nel complesso, data l'eterogeneità tanto laterale che verticale delle caratteristiche litologiche dei materiali, le varie falde idriche risultano distribuite in diversi orizzonti, normalmente in comunicazione idraulica.

Da questo breve sguardo alla situazione geologica dei luoghi emerge l'importanza di una ricostruzione della morfologia del basamento sedimentario mascherato dalla coltre vulcanica. Con una tale ricostruzione infatti si possono ottenere, sia pure in grandi linee, elementi utili, sia dal punto di vista vulcano-tettonico, per una migliore individuazione dei diversi centri di emissione e per la conoscenza degli effetti provocati dagli eventi vulcanici sulla giacitura dei materiali sedimentari, sia dal punto di vista geoidrologico per la ricostruzione dell'andamento della falda principale profonda e delle zone a maggiore o minore permeabilità.

Il problema, visto come ricostruzione dell'andamento delle formazioni sedimentarie costituenti la base dei prodotti vulcanici, è stato appunto quello affrontato dallo scrivente con un'indagine geofisica mediante prospezione geoelettrica, i cui risultati sono riportati nella presente nota.

Prospezione geoelettrica.

Per la ricerca in esame è stato utilizzato il metodo geoelettrico e, più precisamente, quello dei sondaggi verticali.

La scelta è stata dettata dalla natura litologica dei terreni oggetto dello studio e dall'esperienza acquisita in casi analoghi. Si è in presenza infatti di formazioni che presentano valori della resistività notevolmente diversi tra loro e che pertanto possono essere agevolmente individuate e differenziate attraverso la suddetta caratteristica elettrica. Una conferma si è avuta infine dai sondaggi elettrici di taratura effettuati sulle formazioni affioranti e nelle località nelle quali era conosciuta la successione stratigrafica.

Nelle operazioni di campagna è stata adoperata un'apparecchiatura potenziometrica a corrente continua e la disposizione elettrodica di Schlumberger-Siñeriz con stese massime tra gli elettrodi di corrente variabili, secondo le esigenze, tra i 500 e i 2000 metri.

L'indagine è stata impostata inizialmente sull'esecuzione di tre sondaggi verticali, in media, per tavoletta. Successivamente, dopo aver effettuato una preliminare interpretazione del rilievo, è stata eseguita una seconda serie di sondaggi nelle zone nelle quali i sondaggi non erano risultati facilmente interpretabili o correlabili o in zone apparse poco chiare dal punto di vista geologico.

La campagna geofisica si è conclusa infine con uno studio di dettaglio nella parte Sud-occidentale del Foglio 143, in prossimità di Monte San Vito, Monte Calvario e del Gruppo dei Monti Ceriti (Cerveteri), avente lo scopo di apportare un contributo alla conoscenza della situazione geologica di questa zona (fig. 1).

Durante la fase delle operazioni di campagna si è sempre cercato di distribuire i sondaggi elettrici secondo allineamenti, quando possibile, colleganti i diversi affioramenti sedimentari e ciò allo scopo di facilitare la successiva fase interpretativa.

Per l'interpretazione dei sondaggi elettrici si è ricorsi al confronto tra le curve di campagna e le curve teoriche costruite utilizzando gli abachi della Compagnie Générale de Géophysique e gli abachi di Orellana-Mooney. Per i casi non contemplati nelle raccolte sopra menzionate, sono state costruite ulteriori curve.

Le curve dei sondaggi elettrici così analizzate hanno condotto ad una schematizzazione a due o più mezzi sovrapposti. Di regola si è sempre potuto distinguere un primo complesso costituito da uno o più mezzi aventi una resistività normalmente compresa tra i 40 ed i 50 ohm. m e, talvolta, anche i 1500 ohm. m, ed un orizzonte inferiore avente una resistività variabile tra i 6 ed i 30 ohm. m.

Per l'interpretazione sotto l'aspetto geologico dei dati della indagine sono stati presi in considerazione inizialmente i risultati dei sondaggi elettrici di taratura, di cui si è fatto cenno, eseguiti nelle zone delle quali si conosceva la successione stratigrafica e ci si è avvalsi inoltre dell'esperienza acquisita nelle precedenti indagini eseguite in territorio di Civita Castellana, Nepi, Castel San Elia e Vetralla.

Generalmente per le formazioni sedimentarie sono risultate resistività, nella zona, comprese tra i 6 ed i 30 ohm. m, con prevalenza

dei valori inferiori ai 15 ohm.m per la formazione del flysch e dei valori superiori per la formazione del pliocene-quadernario.

Per le formazioni vulcaniche, si sono riscontrati valori della resistività notevolmente variabili e, normalmente, compresi tra i 40 ed i 500 ohm.m (talvolta anche 1000 e 1500 ohm.m).

Per passare ad una visione geologica d'insieme dell'area interessata dall'indagine geofisica, tutti i sondaggi elettrici effettuati sono stati successivamente analizzati in base ai valori delle resistività sopra riportati per le varie formazioni presenti. E' stato così possibile effettuare, per ogni sondaggio, una distinzione tra formazioni vulcaniche e formazioni sedimentarie; non è stata invece sempre possibile una distinzione tra la formazione pliocenico-quadernaria e quella del flysch non essendosi riscontrata, come anzi detto, una netta differenziazione tra le due formazioni per quanto riguarda la resistività.

Date le notevoli variazioni litologiche, sia verticali che orizzontali, dei terreni presenti nella zona e, di conseguenza, i rilevanti scarti di resistività, è risultato spesso oltremodo difficile effettuare delle correlazioni, mediante i dati forniti dai sondaggi elettrici, in seno alle varie formazioni ed, essenzialmente, alle formazioni vulcaniche. Si sono rese possibili delle correlazioni raggruppando i terreni presenti nella zona in due complessi comprendenti, l'uno le formazioni vulcaniche, l'altro le formazioni sedimentarie.

Nel caso in cui i sondaggi elettrici presentavano valori della resistività non chiaramente attribuibili ad uno dei due complessi, si è fatto ricorso ai dati, eventualmente disponibili, di perforazioni già eseguite nella zona od anche ai risultati di precedenti indagini geofisiche effettuate dallo scrivente nell'area in esame.

Lo studio geofisico, come sopra effettuato, ha permesso di ricostruire, nei punti analizzati, lo spessore della coltre resistiva, cioè dei materiali vulcanici, e la profondità del sottostante mezzo conduttivo, identificabile con il substrato sedimentario.

I risultati sono riportati nella Carta Geologica di Fig. 2, mediante le curve isopse del tetto del mezzo conduttivo e l'indicazione, accanto ad ogni sondaggio elettrico, della quota assoluta del medesimo. Le sezioni elettrostratigrafiche mostrano che il tetto del mezzo conduttivo tende a sollevarsi man mano che ci si allontana dal Lago di Bracciano, più bruscamente procedendo verso la parte Nord-occidentale e più

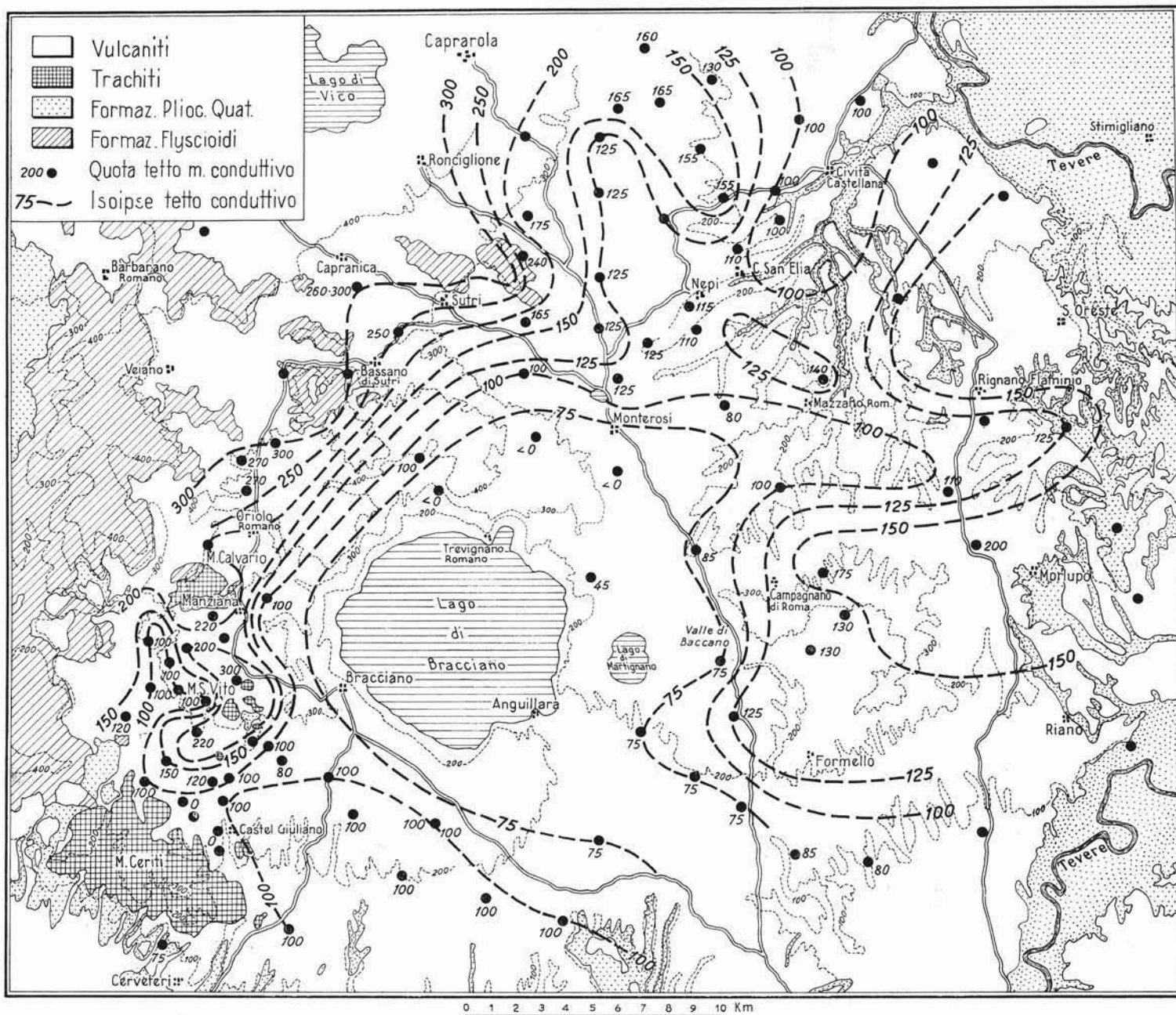


Fig. 2. — Andamento del tetto del mezzo conduttivo.

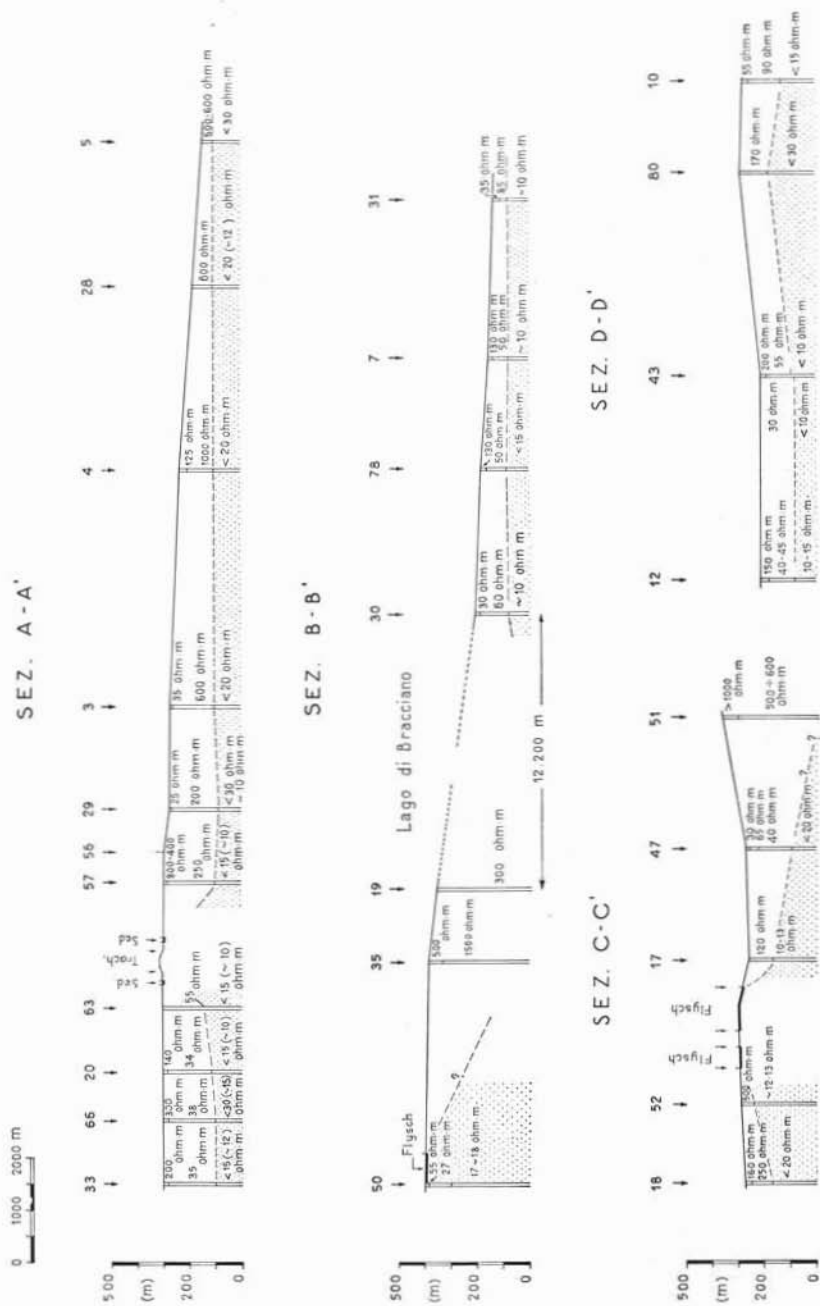
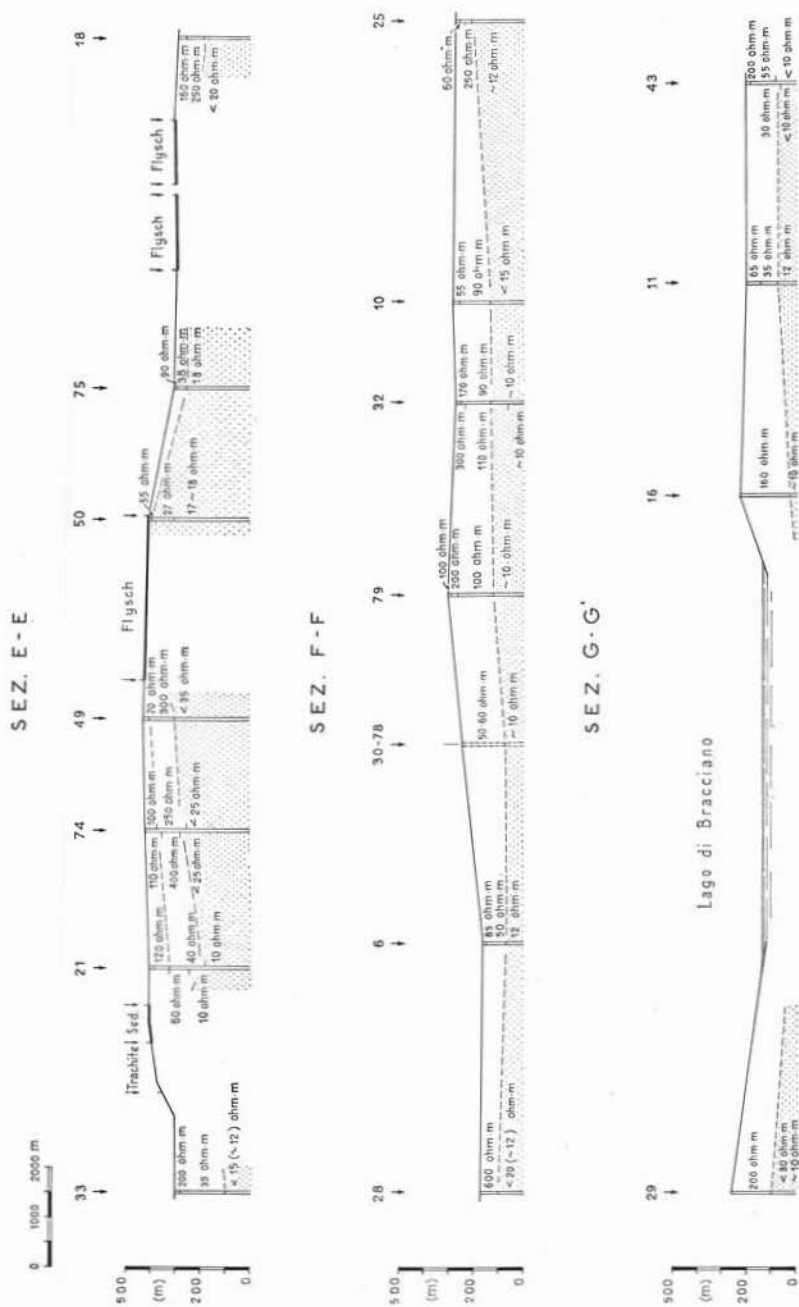


Fig. 3. — Sezioni elettrostratigrafiche orientate NW-SE.



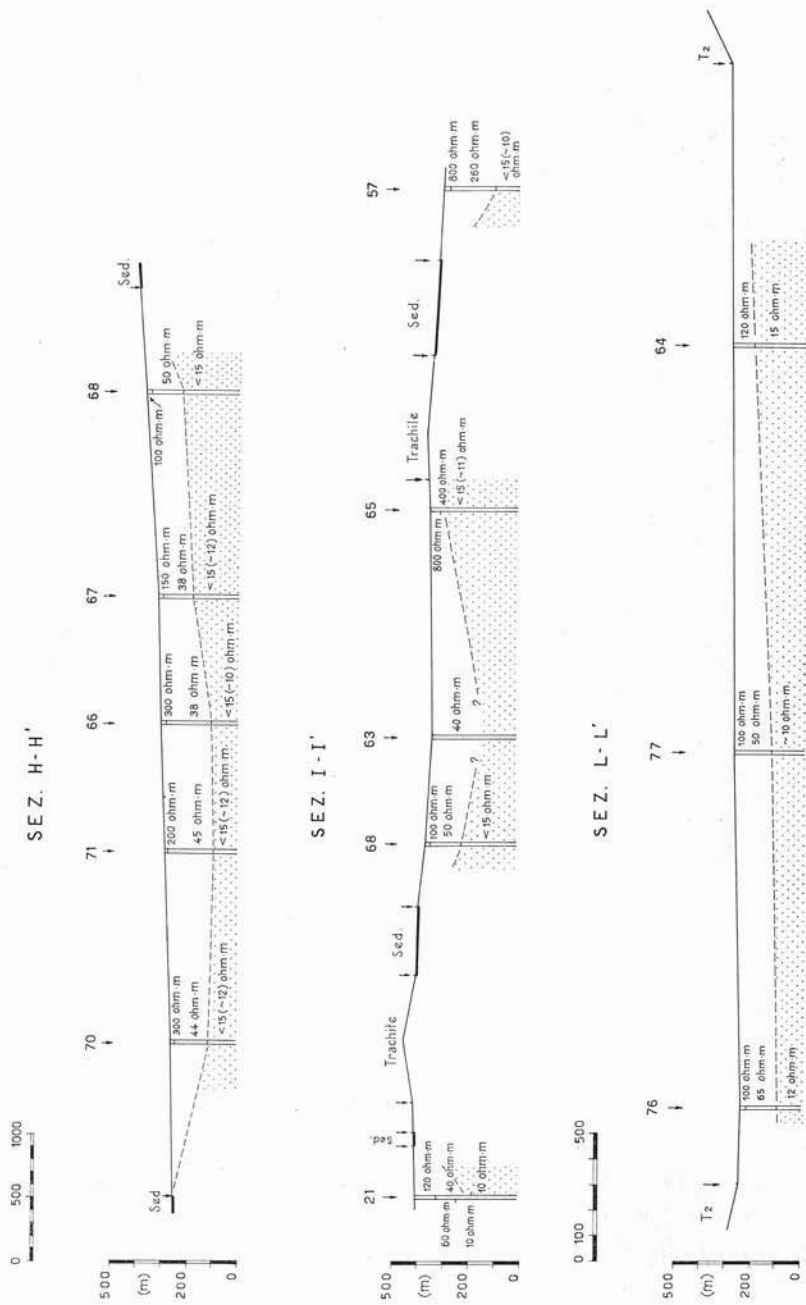


Fig. 5. — Sezioni elettrotraigrafiche della zona compresa tra Monte San Vito, Monte Calvario ed il Gruppo dei Ceriti.

dolcemente verso la parte Orientale (sezioni B-B' e C-C' di fig. 3, sez. G-G' di fig. 4).

Un andamento particolare si riscontra in corrispondenza della direttrice Nord Ovest-Sud Est passante per Anguillara e della direttrice Nord Est- Sud Ovest passante per Nepi e Civita Castellana; le due direzioni rappresentano zone di abbassamento del tetto del mezzo conduttivo (sez. A-A' e D-D' di fig. 3, sez. F-F' di fig. 4).

Gli andamenti di cui sopra risultano evidenti anche nella Fig. 2 nella quale sono riportate le curve isoipse relative al mezzo conduttivo. Appare chiaro come il tetto di suddetto mezzo si approfondisca procedendo verso il Lago di Bracciano dalla parte Nord Occidentale, Orientale e Sud Occidentale. Parimenti evidente risulta l'andamento anomalo delle isoipse in corrispondenza delle direttrici precedentemente menzionate, contrastante con la situazione generale del mezzo conduttivo.

Nelle sezioni di Fig. 5 sono riportati i risultati dello studio di dettaglio che, come precedentemente detto, è stato effettuato in corrispondenza degli affioramenti trachitici di Monte Calvario, Monte San Vito e del Gruppo dei Ceriti. Le sezioni H-H' e I-I' di fig. 5 mostrano un innalzamento di quota del tetto del mezzo conduttivo in corrispondenza degli affioramenti trachitici di Monte San Vito e Monte Calvario. La sezione L-L' di fig. 5 mostra analogo innalzamento in corrispondenza dell'affioramento di Monte San Vito ed indica, invece, nelle vicinanze della massa trachitica del Gruppo dei Ceriti un abbassamento, riscontrato d'altronde anche nei sondaggi elettrici n. 61, 62, 72, 73.

Riguardo ai valori della resistività del complesso vulcanico, dalla indagine geofisica è emerso che vi sono due zone nelle quali tale caratteristica assume valori inferiori rispetto a quelli riscontrati in tutta l'area in esame. Si tratta di due zone localizzate, l'una ad Est del Lago di Bracciano tra i sondaggi elettrici n. 45, 42, 43, 11, 9, 30, 6, l'altra a Sud Ovest del Lago stesso, in prossimità del Gruppo dei Ceriti, di Monte Calvario e di Monte San Vito. L'individuazione di zone a minore resistività equivale, sotto l'aspetto geoidrologico, alla determinazione di zone a minore permeabilità.

Conclusioni.

L'indagine geofisica effettuata nella regione vulcanica dei Monti Sabatini e, marginalmente, dei Monti Cimini, ha permesso, mediante l'individuazione degli spessori della coltre resistiva, costituita da materiali vulcanici, la ricostruzione dell'andamento del basamento conduttivo sedimentario.

Da tale studio è risultato che in prossimità del Lago di Bracciano vi è una depressione del basamento sedimentario. Viene così provato quanto finora era soltanto un'ipotesi, cioè che effettivamente il lago stesso si sia impostato su una depressione vulcano-tettonica.

Il brusco abbassamento del tetto del substrato sedimentario riscontrato nella parte Nord occidentale del Lago di Bracciano conferma l'ipotesi di uno sprofondamento mediante una serie di gradini aventi direzione Sud Ovest-Nord Est. L'esistenza di sistemi di fratture nella suddetta direzione o, in via generale, di zone di discontinuità strutturale del substrato sarebbe inoltre confermata dalla presenza di un allineamento tra la conca craterica di Bracciano ed alcuni affioramenti lavici (Cività Castellana, Nepi, Castel San Elia) riconosciuti, dallo scrivente, come appartenenti a piccole colate distinte.

In corrispondenza della direttrice Nord Ovest-Sud Est passante per Anguillara è stata riconosciuta l'esistenza di una depressione del substrato conduttivo interpretabile, probabilmente, come un'altra zona di discontinuità strutturale del substrato.

Sembra pertanto provato che la regione vulcanica sabatina sia stata interessata, dopo il deposito delle formazioni pliocenico-quadernarie, da un sistema di frattura avente direzione Sud Est-Nord Ovest passante a Nord del Lago di Bracciano e da un sistema di fratture avente direzione Sud Est-Nord Ovest, tra il Lago di Bracciano e la zona romana. Si ritiene che in corrispondenza di tali zone di discontinuità strutturali si siano verificate le principali manifestazioni vulcaniche. Non è stato invece riscontrato alcun elemento indicante un ringiovanimento delle altre discontinuità strutturali emerse dallo studio vulcano tettonico.

Lo studio di dettaglio, eseguito nella parte Sud occidentale della Carta Geologica (Fig. 1), in prossimità di Monte San Vito, Monte Calvario e del Gruppo dei Ceriti e diretto a confermare o meno il

sollevamento delle formazioni sedimentarie per effetto della venuta a giorno delle lave trachitiche, ha confermato il presupposto in prossimità delle masse isolate trachitiche di Monte San Vito e di Monte Calvario. Ha invece indicato un abbassamento del substrato sedimentario in corrispondenza della massa trachitica del Gruppo dei Ceriti.

Tale ultimo risultato richiede comunque una più dettagliata indagine geofisica con l'eventuale applicazione anche di altri metodi di prospezione.

La ricostruzione della morfologia del basamento sedimentario può considerarsi utile anche sotto l'aspetto geoidrologico. Infatti l'andamento della base della falda acquifera profonda segue quello della superficie limite dei prodotti vulcanici ed i valori più o meno elevati della resistività individuano le zone a maggiore o minore permeabilità.

La depressione del basamento sedimentario in corrispondenza del Lago di Bracciano indica, come è risultato da precedenti studi geoidrologici, che la falda di base converge verso il lago stesso da tutte le direzioni ad eccezione che da SW e SE.

Il defluire delle acque profonde dal lago verso Sud Est e Sud Ovest trova una spiegazione nell'andamento del substrato sedimentario, riscontrato nella zona di Anguillara e nell'area compresa tra Monte Calvario e Monte San Vito.

Riguardo alla permeabilità dei terreni vulcanici è ancora da segnalare che sono state riconosciute due zone nelle quali tale proprietà geoidrologica assume valori inferiori rispetto a quelli riscontrati in tutta l'area in esame. Si tratta di due zone localizzate, l'una ad Est del Lago di Bracciano tra i sondaggi elettrici n. 45, 43, 42, 11, 9, 30, 6, l'altra a Sud Ovest del lago, tra il Gruppo dei Ceriti, Monte San Vito e Monte Calvario.

BIBLIOGRAFIA

- AQUILINA C. - *Lezioni di Geofisica Mineraria*. Roma, 1947.
- CAGNIARD L. - *La prospection géophysique des eaux souterraines. Colloque d'Ankara sur l'Hydrologie de la zone aride*. UNESCO. Ankara 1952.
- CAMPONESCHI B. e LOMBARDI L. - *Idrogeologia dell'area vulcanica Sabatina*. Memorie della Società Geologica Italiana. Vol. VIII 1969.
- COMPAGNIE GÉNÉRALE DE GÉOPHYSIQUE - *Abaques de sondage électrique*. Geophysical Prospecting. III suppl. 3 The Hague 1955.
- FULCHERIS G. - *Corso di Geofisica Mineraria*. Levrotto-Bella editori, Torino 1949.
- LASFARGUES P. - *Prospection électrique par courants continus*. Masson Paris 1957.
- LOMBARDI L. e GIANNOTTI G. P. - *Idrogeologia della zona a Sud Est del Lago di Bracciano*. Bollettino della Società Geologica Italiana. Vol. LXXXVIII, 1969, fase. I.
- MARUFFI G. - *Studio geofisico della colata leucitica di Civita Castellana*. Annali di Geofisica, Vol. XX, n. 2, 1967.
- MATTIAS P. P. - *Carta Geologica della regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini* (rilevamento effettuato sotto la direzione del Prof. U. Ventriglia), 1969.
- MATTIAS P. P. - *La regione vulcanica sabazia*. Sintesi geologica 1969.
- ORELLANA E. e MOONEY H. - *Master tables and curves for vertical electrical sounding over layered structures*. Madrid 1966.
- ROTHE E. e J. P. - *Prospection géophysique*. Gauthiers Villars. Paris 1952.
- VENTRIGLIA U. e SONAGLIA A. - *Rilevamento magnetometrico della regione vulcanica dei Monti Vicani e Sabatini* (Nota preliminare). Bollettino della Società Geologica Italiana. Vol. LXXXVIII, 1969, Fase. I.