

192

GUILIANO PICCOLI - ROBERTO SEDEA
RAFFAELLO BELLATI - EDUARDO DI LALLO

NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA DEI COLLI EUGANEI

ALLA SCALA 1 : 25.000

(con 12 figure nel testo e 3 tavole fuori testo)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PADOVA
BIBLIOTECA DI GEOSCIENZE

554

5325

(12 b. n.)

PADOVA

SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA

1975

MEMORIE DI SCIENZE GEOLOGICHE

già *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*

Volume XXXIV, pagine 523-566, Padova 1981

G. PICCOLI *, R. SEDEA *, R. BELLATI *, E. DI LALLO *, F. MEDIZZA *†, A. GIRARDI **,
R. DE PIERI ***, Gp. DE VECCHI ***, A. GREGNANIN ****, E. M. PICCIRILLO ***,
A. NORINELLI *****, A. DAL PRÀ *

NOTE ILLUSTRATIVE
DELLA CARTA GEOLOGICA DEI COLLI EUGANEI

ALLA SCALA 1:25.000

II EDIZIONE

INDICE

ABSTRACT	523
RIASSUNTO	523
PREMESSA	524
CENNI SUGLI STUDI GEOLOGICI RELATIVI AI COLLI EUGANEI	524
LA SERIE STRATIGRAFICA DEI COLLI EUGANEI	525
L'ETA' DELLE ERUZIONI EUGANESE	528
I CORPI ERUTTIVI PRINCIPALI DEI COLLI PA- DOVANI	528
LA STRUTTURA TETTONICA DEGLI EUGANEI	536
ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA GEOMORFO- LOGIA DEI COLLI EUGANEI	538
LE ROCCE ERUTTIVE DEI COLLI EUGANEI	543
INDAGINI GEOFISICHE DELL'AREA EUGANEA	546
LE CAVE DEI COLLI EUGANEI	554
LE SORGENTI FREDDE DEI COLLI EUGANEI	556
LE SORGENTI TERMALI DEL TERRITORIO EU- GANE	556
CARATTERI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA TERMALE EU- GANE	557
LO SFRUTTAMENTO DELLE ACQUE TERMOMI- NERALI EUGANE	558
IL SISTEMA IDROTERMALE EUGANEO	560
BIBLIOGRAFIA	563

Key words: regional geology, stratigraphy, Mesozoic, Tertiary, tertiary volcanics, tectonics, geomorphology, petrography, geophysics, hydrogeology, hydrothermal circulation, Euganean Hills (North-Eastern Italy).

ABSTRACT

Upper Jurassic to Lower Oligocene marine sediments outcrop in the Euganean Hills, NE Italy. Volcanic rocks belong to two magmatic events of Upper Eocene (basalts) and of Lower Oligocene age (rhyolites, trachytes, latites) respectively.

The explanatory text, provided with a complete regional bibliography, gives also a description of the various sedimentary and volcanic rock units. The volcanic bodies are illustrated in detail and the composition of the lavas is discussed, in the light of the most recent petrologic studies.

Furthermore an up-to-date illustration of the tectonics, geomorphology and geophysics of the Euganean district is provided.

Lastly a complete description of the hydrothermal circulation, hot springs, water discharge in the classic localities of Abano Terme, Montegrotto Terme, Battaglia Terme and Galzignano is given.

RIASSUNTO

Nei Colli Euganei affiorano rocce sedimentarie marine di età compresa tra il Giurassico superiore e l'Oligocene inferiore. Le rocce eruttive appartengono a due eventi magmatici ascrivibili rispettivamente all'Eocene superiore (basalts) e all'Oligocene inferiore (rilioti, trachiti e latiti).

Nelle note illustrate, corredate da una bibliografia regionale completa, vengono descritte le varie formazioni rocciose sedimentarie ed eruttive. I corpi

* Istituto di Geologia, Paleontologia e Geologia Applicata, Università degli Studi, Via Giotto 1, I - 35100 PADOVA, (Italy).

** Istituto di Geografia, Università degli Studi, Via del Santo 26, I - 35100 PADOVA, (Italy).

*** Istituto di Mineralogia e Petrologia, Università degli Studi, Corso Garibaldi 37, I - 35100 PADOVA, (Italy).

**** Istituto di Mineralogia e Petrografia, Università degli Studi, Via Botticelli 23, I - 20133 MILANO, (Italy).

***** Istituto di Fisica Terrestre, Geodesia e Geografia Fisica, Università degli Studi, Via Rudena 3, I - 35100 PADOVA, (Italy).

N.B. - La successione dei nomi degli autori riflette quella dei rispettivi capitoli.

vulcanici sono illustrati in dettaglio e la composizione delle lave è trattata sulla base dei più recenti studi petrologici. Viene inoltre fornito un quadro aggiornato sui lineamenti tettonici, sulla geomorfologia e sulla situazione geofisica dell'area euganea. Gli studi sul termalismo euganeo completano le note illustrate: le sorgenti calde, lo sfruttamento delle acque termali nelle classiche aree di Abano Terme, Montegrotto Terme, Battaglia e Galzignano, il circuito idrotermale.

PREMESSA

La nuova edizione della carta geologica dei Colli Euganei alla scala 1 : 25000, rilevata da R. BELLATI, E. DI LALLO e R. SEDEA, con il coordinamento di G. PICCOLI e aggiornata da R. SEDEA e E. DI LALLO, rappresenta il risultato delle continue indagini sul terreno nel gruppo dei monti padovani, anche con l'ausilio delle moderne tecniche di riconoscimento strumentale, fotogeologico. Essa segue a cinque anni di distanza la carta alla stessa scala preparata in occasione degli studi sul fenomeno idrotermale euganeo-berico, compiuti in collaborazione fra l'Università degli Studi di Padova e l'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica - E.N.E.L. ed ormai esaurita.

Le note illustrate che l'accompagnano hanno lo scopo di guidare il lettore, competente o no di geologia, nella consultazione della carta geologica e nella sua eventuale utilizzazione sul terreno; il loro carattere, pur non derogando dal rigore scientifico, è quello di una divulgazione destinata alle persone in grado di interessarsi e di appassionarsi eventualmente ai problemi della geologia veneta.

Rispetto alla precedente edizione delle Note Illustrative (1975), il testo attuale, dovuto ad un maggior numero di autori, contiene informazioni più ampie, oltre a riflettere, naturalmente, il risultato degli studi compiuti successivamente alla prima edizione.

Mentre era in corso di stampa questo lavoro, è mancato il caro amico FABIO MEDIZZA che da anni si dedicava allo studio della stratigrafia dei Colli Euganei.

Gli Autori intendono dedicare le presenti Note Illustrative al ricordo del Collegha, da tutti stimato e apprezzato per le sue grandi doti morali ed intellettuali.

La pubblicazione della carta geologica e delle note illustrate è stata resa possibile grazie ai finanziamenti concessi dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Centro di Studi per i Problemi dell'Orogeno delle Alpi Orientali), dall'Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Padova, dalla Direzione delle Memorie di Scienze Geologiche, dalla Cassa di Risparmio di Padova e Ro-

vigo, dal Consorzio per la Valorizzazione dei Colli Euganei, dalla Gestione Unica del Bacino Idrotermale di Abano Terme e Teolo, dalla Gestione Unica del Bacino Idrotermale di Montegrotto Terme.

CENNI SUGLI STUDI GEOLOGICI RELATIVI AI COLLI EUGANEI

(G. PICCOLI, R. SEDEA, R. BELLATI,
E. DI LALLO)

Il singolare aspetto delle colline situate a sud-ovest di Padova, dove si addensano in gran numero rilievi conici dal pendio ripido e regolare, isolati o indipendenti, aveva attratto l'attenzione dei Naturalisti già nel secolo XVIII, quando nacque la scienza geologica. L'origine vulcanica dei Colli Euganei era stata riconosciuta da ARDUINO, FORTIS, SPALLANZANI, CORNIANI, MARZARI-PENCATI. STRANGE, ambasciatore inglese presso la Repubblica di Venezia, aveva notato la fessurazione colonnare di lave trachitiche e riolitiche, che egli indicava come « lastri cattati dai giganti » confrontandola con quella di analoghe rocce irlandesi (1775), mentre BREISLAK la raffigurava in efficaci xilografie (1818); DONDI DALL'OROLOGIO trattava di litologia euganea (1789). DA RIO aveva riconosciuto (1836) il carattere eruttivo della « masegna » o trachite e delle rocce ad essa collegate, mentre CATULLO aveva parlato delle « peperiti » e della loro origine vulcanica e di altri fenomeni geologici (1828, 1866). DA RIO aveva tracciato anche una carta geologica dei Colli Euganei, accompagnandola con uno spaccato o profilo interpretativo.

Per non riportare troppi nomi si potrà passare subito ad esporre una serie di quesiti, che venivano dibattuti dagli studiosi: i singoli colli del gruppo euganeo erano stati altrettanti vulcani, come suggeriva la loro forma conica, ma smentiva invece la mancanza di crateri, oppure facevano parte di un unico grande e complesso apparato vulcanico? Poiché in più punti le rocce eruttive euganee si intercalano a quelle sedimentarie, depositate in un lasso di tempo lunghissimo, dal Giurassico superiore all'Eocene (circa 100 milioni di anni) si doveva ritenere che le eruzioni euganee si fossero ripetute in più fasi per tutta questa durata, oppure il fenomeno era più breve e le lave avevano penetrato la serie sedimentaria a vari livelli? E ancora, data la buona conservazione morfologica dei corpi eruttivi e l'esistenza di fenomeni idrotermali che si continuano a tutt'oggi, era da concludere che la fine del vulcanismo euganeo doveva essere piuttosto recente, ossia neoterziaria? Anche problemi più specifici di geologia e petrolo-

gia sono stati discussi da molti autori ed hanno trovato solo recentemente risposta oppure l'attendono ancora.

Per una lunga serie di eruzioni, dal Giurese all'Eocene, si era pronunciato REYER (1877), mentre PIRONA (1870) aveva già precedentemente ritenuto che gli eventi vulcanici si fossero verificati in ripetuta e multipla successione a partire dall'Eocene. SUESS (1870) considerava al contrario gli Euganei come i resti di un unico grande vulcano, il Venda, con i vari colli quali terminazioni di altrettante colate uscite dal centro eruttivo principale. Questi punti di vista si sono dimostrati più tardi insostenibili.

Gli studi di DE ZIGNO (1861) avevano dato una chiara idea della serie di terreni sedimentari, in base all'esame dei fossili in essi contenuti; le successive ricerche, soprattutto di STARK (dal 1906 al 1952) e di DAL PIAZ (dal 1896 al 1971, pubblicazione postuma) dimostrarono come i Colli rappresentassero la sede di un gran numero di apparati eruttivi di tipo vulcanico e subvulcanico. L'ultima categoria comprende i laccoliti, intrusioni di lava rigonfiate sotto una copertura di preesistenti rocce sedimentarie, sollevate a cupola dalla penetrazione del magma viscoso. Questa situazione spiega la mancanza, anche in origine, di crateri alla sommità della massa eruttiva. Tale massa poteva giungere a perforare la copertura sedimentaria, originando in questo caso un laccolite di eruzione.

Le conoscenze petrografiche, che erano progredite in particolare per i contributi di G. DAL PIAZ, di STARK, di MADDALENA (1910-1914), di Gb. DAL PIAZ (1928), di RICCOPONI (1939), di RIEDEL (1947), trovarono la loro espressione più completa nelle opere di SCHIAVINATO (1941-1952), il quale trattò della differenziazione delle lave euganee, che vanno dai tipi più ricchi in silice, cosiddetti « acidi », come le rioliti (o lipariti), alle trachiti, alle latiti e andesiti fino alle più « basiche », i basalti e le augititi. L'autore considerò pure la derivazione dei magmi euganei, di composizione tanto varia, da quelli basaltici diffusi in tutta l'ampia regione eruttiva terziaria euganeo-berico-lessiniana, estesa anche al Trentino meridionale e centrale e agli altipiani vicentini. Gli studi più recenti, ad opera di DE PIERI, DE VECCHI, GREGNANIN, MOLIN e PICCIRILLO, correddati di numerose analisi chimiche, hanno portato ad una precisa definizione dei vari tipi di rocce eruttive in accordo con la sistematica petrografica più moderna e alla riconsiderazione dell'origine e dei rapporti fra i diversi tipi di magma.

La cartografia geologica della zona euganea era progredita per i contributi di STARK (1942), di RIEDEL (1950), di SCHIAVINATO (1952); delle car-

te preesistenti venne tenuto il debito conto durante i rilievi, che portarono alla pubblicazione della carta geologica alla scala 1 : 25.000 (1975), aggiornata ora nella presente edizione.

L'ampia utilizzazione per molti scopi pratici delle rocce euganee suggerì anche varie ricerche di geologia applicata, fra le quali si ricordano quelle di O. CENTANIN e di F. CALVINO.

Della morfologia euganea si occuparono fra gli altri DE MARCHI (1905, 1935) e SCHLARB (1961), dei problemi paleontologico-stratigrafici oltre a DE ZIGNO, già ricordato, anche von HANTKEN (1883), SQUINABOL (1899), FABIANI (1915), e recentemente FERASIN, PERIN, CHINO, DIENI, MASSARI, MEDIZZA, PROTO DECIMA, SEDEA; di petrologia trattò BURRI, dei meccanismi eruttivi STARK, G. DAL PIAZ, DIENI, PICCOLI, SEDEA, DI LALLO.

Il fenomeno idrotermale fu studiato in particolare da DE MARCHI, G. DAL PIAZ, MORGANTE (1951, 1956), da MAMELI e CARRETTA (1954), da BENEDETTI (1963), da SCHIESARO (1970, 1971, 1976), da AMADEI, MAINO, MOTTA e TRIBALTO (1973), da BULGARELLI (1973, 1976) e ultimamente dagli autori delle presenti note illustrative assieme ad altri studiosi. I risultati conseguiti vennero esposti in una memoria, dovuta a PICCOLI, BELLATI, BINOTTI, DI LALLO, SEDEA, DAL PRÀ, CATALDI, GATTO, GHEZZI, MARCHETTI, BULGARELLI, SCHIESARO, PANICHI, TONGIORGI, BALDI, FERRARA, MASSARI, MEDIZZA, ILICETO, NORINELLI, DE VECCHI, GREGNANIN, PICCIRILLO, SBETTEGA (1976). Le conclusioni principali saranno riassunte nei vari capitoli, tanto per il fenomeno idrotermale e la sua origine, quanto, più in generale, per la situazione geologica della regione.

Ricerche radiometriche basate sulla trasformazione spontanea degli isotopi radioattivi contenuti nelle rocce eruttive e sui tempi necessari perché esse avvengano avevano permesso a BORSI e FERRARA di ricondurre le eruzioni euganee in senso stretto all'Oligocene inferiore, ossia a circa 35 milioni di anni fa (1969); questa datazione era stata confermata per via paleontologica da DIENI e PROTO DECIMA (1970). In precedenza, durante l'Eocene, erano avvenute nella zona effusioni basaltiche, le quali ricordano, pur non egualandole, le eruzioni basiche dei Berici e dei Lessini.

LA SERIE STRATIGRAFICA DEI COLLI EUGANEI

(G. PICCOLI, F. MEDIZZA, R. SEDEA, R. BELLATI,
E. DI LALLO)

La serie dei terreni sedimentari affioranti comprende rocce che vanno dal Giurese superiore all'Oligocene inferiore.

In un sondaggio eseguito presso Arquà Petrarca e spinto fino a 1.814 m dal piano di campagna si conoscono anche i termini sottostanti, probabilmente fino al Trias medio-inferiore; la successione appare del tutto simile a quella delle zone venete limitrofe.

Le rocce del Giurese superiore sono rappresentate da calcari compatti di color grigio-azzurro nella parte più bassa visibile, mentre in quella superiore assumono un aspetto nodulare ed una colorazione rossastra. Tali livelli, riferibili alla formazione del Rosso ammonitico, affiorano con una potenza dell'ordine dei 30 m, unicamente nei pressi di Fontanafredda, sul lato occidentale degli Euganei. Essi contengono *Saccocoma*, *Aptichus* e frequenti resti di ammoniti.

A questi calcari segue gradualmente in concordanza la formazione del Biancone, di età giurese superiore-cretacea inferiore fino a cenomaniana. Si tratta in gran parte di calcari bianchi compatti, a grana fine e frattura concoide, regolarmente suddivisi in strati. Nella parte sommitale la roccia diventa più fittamente stratificata con la comparsa di intercalazioni argillose di color grigio-scuro; frequenti sono i noduli e le lenti di selce nera. Talvolta si sono osservati in tali livelli letti di materiale argilloso e bituminoso nero, di esiguo spessore e di limitata estensione.

La potenza del Biancone supera sicuramente i 200 m. Gli affioramenti più cospicui sono ubicati nella parte nord-orientale del gruppo collinare euganeo e nella parte centrale, nei pressi di Fontanafredda, dove le condizioni di affioramento non consentono tuttavia di avere un quadro completo della successione stratigrafica.

Rari i fossili, fra cui ammoniti a spirale lassa (*Crioceratites*), nonché qualche pesce (*Tselfatia*, *Pycnodus*) presso Cinto Euganeo (SORBINI, 1974, 1976), se si prescinde dalle nannoflore (nannconi e nannoplancton calcareo) e dalle microfaune a calpionellidi e foraminiferi planctonici.

Lembi isolati di Biancone sono stati rinvenuti in varie località a contatto dei corpi eruttivi alla cui presa di posizione va evidentemente ricollegata la loro ubicazione attuale.

La roccia sedimentaria di gran lunga più diffusa arealmente è la Scaglia rossa (Cretaceo superiore-Eocene inferiore p.p.), costituita da calcari regolarmente stratificati nella parte inferiore e media, mentre in quella superiore la stratificazione diventa molto fitta, tanto da conferire alla roccia un aspetto tipicamente fogliettato.

La colorazione è in prevalenza rossa mattone, ma assume talvolta tinte biancastre, variando sia in senso orizzontale che verticale in relazione

all'area di affioramento ed ai livelli stratigrafici di appartenenza. Infatti i colori chiari sono molto diffusi nel settore meridionale dei Colli Euganei, mentre in quello settentrionale e centrale predominano i colori rossastri o violacei.

Localmente le tinte biancastre sono dovute a decolorazione secondaria indotta da manifestazioni collegate alla vicinanza dei corpi eruttivi. Anche nella Scaglia sono frequenti noduli e lenti di selce, di colore per lo più rossastro.

La potenza della formazione si aggira sugli 80 m nella parte settentrionale e sui 130 m in quella meridionale degli Euganei. I microforamini-feri sono abbondantissimi (*Globotruncana*); fra i macrofossili si ricordano echinidi (*Stenonaster*, *Echinocorys*, *Ovulaster*, *Rispolia*, frequenti soprattutto a Lovertino), molluschi lamellibranchi (*Inoceramus*) con rare ammoniti e belemniti, parti di tartarughe e mosasauri.

Analogamente ad altre zone del Trentino e del Veneto occidentale, al limite Cretaceo-Terziario è presente una lacuna stratigrafica, sottolineata sovente da *hardgrounds*; essa nella parte meridionale dei Colli Euganei comprende gran parte del Paleocene; nel settore settentrionale risulta invece di maggior ampiezza, estendendosi dal Maastrichtiano superiore (compreso) fino a tutto il Cuisiano.

Alla Scaglia rossa fanno seguito, con passaggio graduale, le marne riferibili all'Eocene inferiore p.p.-Oligocene inferiore; esse sono fortemente argillose e si presentano poco compatte e fittamente stratificate. Il colore varia da azzurrino, a grigio chiaro e giallastro e la potenza media raggiunge i 40 m. Allorchè sono presenti intercalazioni di vulcaniti basiche (Eocene) la potenza complessiva massima delle marne supera i 100 m. Gli affioramenti di marne sono molto diffusi nella parte centrale e settentrionale dei Colli Euganei.

Nella parte medio-superiore di questa formazione sono frequenti intercalazioni di torbiditi tuftiche, accompagnate talora da macroforamini-feri (nummuliti) rimaneggiati (MASSARI, MEDIZZA e SEDEA, in PICCOLI *et al.*, 1976).

La fauna di foraminiferi è molto ricca; si rivengono inoltre gasteropodi, lamellibranchi, echinidi, tutti in scarso numero, nonché foglie e frustoli carboniosi, soprattutto nei dintorni di Teolo (SQUINABOL, 1899).

Con l'Oligocene inferiore termina la serie stratigrafica euganea, contemporaneamente all'inizio del secondo ciclo eruttivo (ciclo euganeo s.s.).

Anche nel sottosuolo perieuganeo mancano termini più recenti e i depositi quaternari poggiano direttamente su rocce paleogeniche o più antiche.

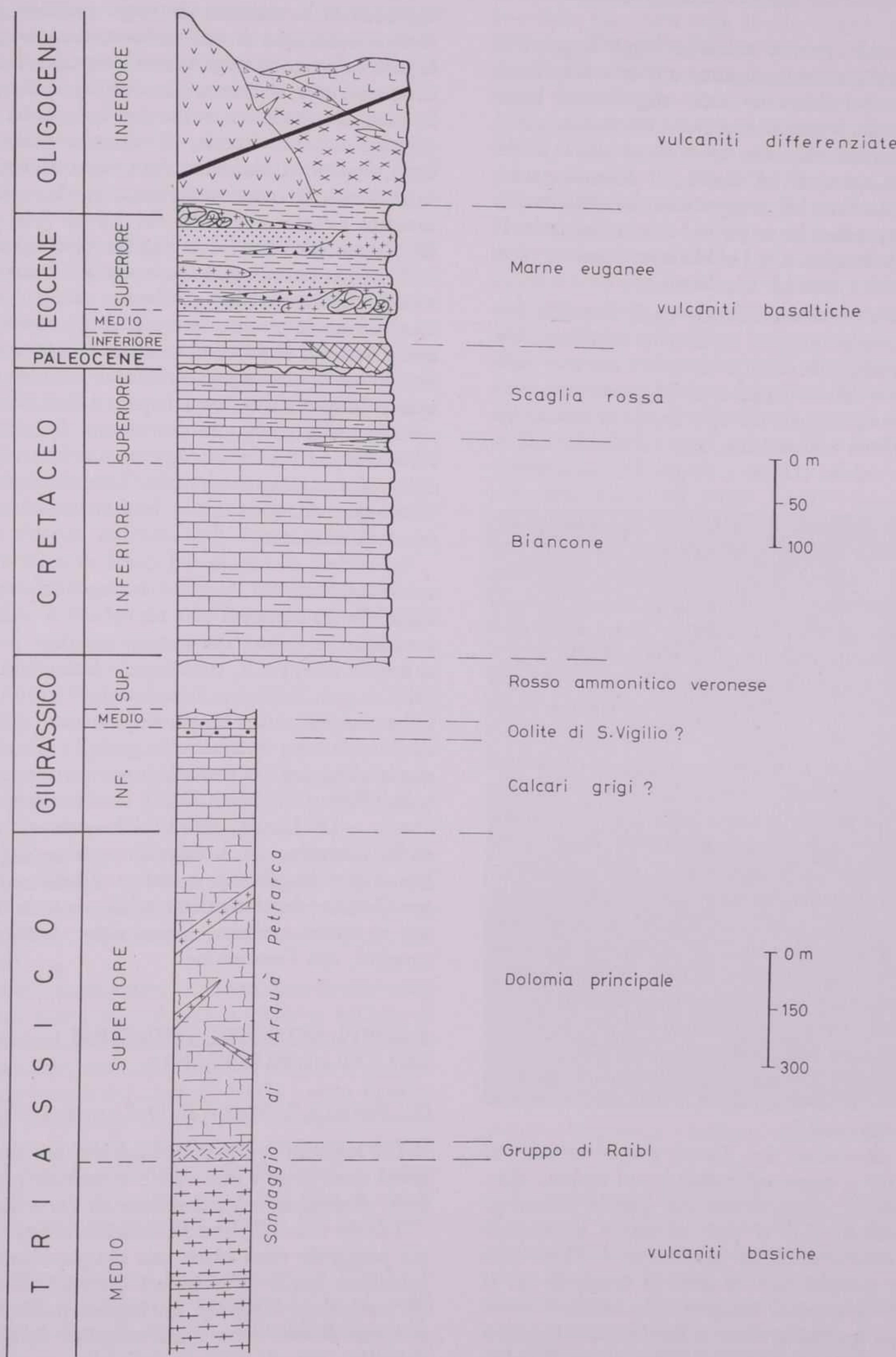


FIG. 1 - Serie stratigrafica dei Colli Euganei.

L'ETA' DELLE ERUZIONI EUGANEE

L'attività eruttiva nell'area degli Euganei si ripeté dall'Eocene superiore, con lave basaltiche, all'Oligocene inferiore (ciclo euganeo in senso stretto), con lave differenziate verso termini acidi.

Le eruzioni eoceniche sono estese anche ai Berici, ai Lessini, al M. Baldo, al Trentino meridionale. Le lave, di composizione basaltica o affine, si espansero in colate sul fondo del mare di allora, formando fra l'altro caratteristiche lave « a cuscini » nonché ioloclastiti.

Le fasi eruttive basaltiche degli Euganei, ove databili, appartengono all'Eocene superiore, che risulta invece un periodo di quiete eruttiva nelle altre parti delle Venezie e all'Oligocene inferiore. Le eruzioni euganee di tipo basaltico furono essenzialmente sottomarine, con ioloclastiti diffuse e lave a cuscini (DIENI e PROTO DECIMA, 1963; DE VECCHI e SEDEA, 1974; DI LALLO, MEDIZZA e SEDEA, in preparazione). Belle lave a cuscini si riconoscono ad esempio presso C. Caenello non lontano da Castelnuovo e presso l'abitato di Boccon; ioloclastiti si trovano in vari luoghi e fra essi negli affioramenti vicino a Rocca Pendice e verso Boccon; lave compatte si osservano a Moscalbò nel gruppo del Lonzina, al M. Alto nel gruppo del Ceva, nel M. Oliveto di Teolo e attorno al M. Gemola.

Nei Lessini orientali, nei Berici e nel Marosticano i fenomeni vulcanici ripresero nell'Oligocene inferiore, sempre con lave basaltiche. Anche negli Euganei si verificò una nuova fase eruttiva nell'Oligocene inferiore, ma la relativa composizione magmatica si presenta quanto mai varia, dai termini più ricchi in silice, le rioliti alcaline, alle trachiti alcaline, fino a termini con più bassi tenori in silice, come le latiti e infine i basalti. È questa l'unica zona delle Venezie nella quale siano state eruttate durante il Terziario lave di composizione diversa da quella basaltica.

Particolare importanza per il tipo di eruzione ha avuto l'alta viscosità delle trachiti e soprattutto delle rioliti.

La successione dei diversi magmi erutti si svolse più o meno nell'ordine in cui vennero elencate sopra le relative rocce, con qualche alternanza e ripetizione. Lo si può affermare soprattutto osservando il modo di intersecarsi di filoni delle diverse composizioni. Il lasso di tempo in cui si svolsero le eruzioni euganee differenziate è breve in senso geologico, ossia è limitato all'Oligocene inferiore, come hanno dimostrato gli studi radiometrici. Nel finitimo Vicentino le eruzioni basaltiche continuaron invece a più riprese per tutto l'Oligocene e si conclusero anzi con pochi episodi nella parte iniziale del successivo Miocene.

La viscosità delle lave euganee ebbe come conseguenza la formazione di corpi eruttivi di tipo vario e comunque diversi dalle comuni colate delle lave basiche. Si originarono cioè duomi di lava compatta, che si accumulava ristagnando presso la zona di emissione, come nel caso della massa riolitica del M. Venda, il maggior rilievo dei Colli, oppure si formarono intumescenze magmatiche sotto le rocce sedimentarie, che venivano inarcate a volta e ricotte dal calore (laccoliti di M. Peraro, riolitico, con placche di Scaglia rossa e di marne ancora conservate sopra la roccia eruttiva e rispettivamente di Baone, con il tetto di scaglia completo sulla latite o di Fontanafredda, con il tetto di Rosso ammonitico e Biancone lace-rato e un'ulteriore espansione di riolite). Assai spesso la spinta riusciva a superare il limite di resistenza delle rocce che formavano il tetto della lava in espansione e la copertura si lacerava (laccoliti di eruzione, come il M. Lollo). Si trattava comunque di « vulcani » formati nel corso di una sola eruzione.

La varietà di forme dei corpi eruttivi subvulcanici nel distretto euganeo è singolare e interessante. Se ne riparerà più avanti. Non vanno dimenticate le colate, corte e spesse data la viscosità della lava, i tufi, come quelli latiandesitici del M. Croce di Battaglia, intercalati alle brecce latitiche e soprattutto i filoni, della natura più varia, che si contano a centinaia fra grandi e piccoli. Anche qualche camino di esplosione si riconosce qua e là (PICCOLI, 1962; DIENI e PICCOLI, 1968; SEDEA e DI LALLO, 1973). Le eruzioni oligocene-niche iniziarono in ambiente sottomarino, come hanno provato DIENI e PROTO DECIMA (1970) per il duomo latitico di Battaglia, ma è da ritenere che si siano concluse, almeno per i rilievi più conspicui, con l'emersione.

I CORPI ERUTTIVI PRINCIPALI
DEI COLLI PADOVANI

(G. PICCOLI, R. SEDEA, E. DI LALLO, R. BELLATI)

Gli apparati eruttivi riconosciuti nei Colli Euganei sono quanto mai vari e complessi per struttura, dimensioni e meccanismo di formazione.

I corpi eruttivi presi in considerazione in questo paragrafo sono oltre una cinquantina e comprendono quelli di maggiori dimensioni ed altri di particolare interesse geologico. Solo per una trentina di essi sono state eseguite delle analisi chimiche, per gli altri la definizione petrografica è basata sull'aspetto macroscopico della roccia e sullo studio in sezione sottile.

I rapporti tra le rocce magmatiche e quelle incassanti sono fondamentali per determinare la

struttura degli apparati intrusivi e quindi la loro genesi. L'estesa copertura eluviale, detritica ed il manto vegetale mascherano spesso tali rapporti, rendendo incerta l'interpretazione geologica. Le osservazioni migliori si possono compiere nelle cave, che negli Euganei sono tanto numerose ed estese da aver costretto ad emanare un'apposita legge per la tutela del paesaggio, deturpato dagli squarci prodotti per l'estrazione dei materiali litoidi.

Uno dei rapporti più significativi tra rocce eruttive e rocce sedimentarie è quello detto di « concordanza », che si verifica nei casi in cui il limite fra le due rocce corrisponde ad un piano di stratificazione. Nei casi di concordanza al tetto delle lave spesso si tratta di un corpo di tipo laccolitico, formatosi per la penetrazione di magma viscoso fra i piani di stratificazione della roccia sedimentaria preesistente e per il sollevamento a volta della copertura sedimentaria medesima, che viene così anche riscaldata e leggermente metamorfosata o almeno indurita dall'azione della lava rovente.

I laccoliti erano considerati fino a qualche tempo addietro i corpi eruttivi più comuni dei Colli Euganei, ma recenti studi di campagna hanno portato a limitarne il numero, in seguito al riconoscimento di rapporti diversi con le rocce sedimentarie, ossia di prevalente « discordanza », con la lava che taglia nettamente i piani strutturali delle rocce sedimentarie con cui viene in contatto. Tali rapporti erano già stati del resto riconosciuti da M. STARK e da G. DAL PIAZ.

Il diverso tipo di apparato eruttivo si riflette nella morfologia odierna dei singoli colli, assai più di quanto non si debba invece alla diversa composizione chimico-petrografica delle lave co-stituenti.

Le rocce magmatiche corrispondono in gran maggioranza, come si è detto, a rioliti e trachiti di tipo alcalino. L'abbondanza di una massa di fondo vettosa o microcristallina rende incerto il riconoscimento esatto del tipo di roccia e solo l'analisi chimica è decisiva al riguardo. Si deve tuttavia far notare come la costituzione di parecchi corpi eruttivi risulti piuttosto varia da punto a punto o addirittura composita, per cui il tipo di roccia riportato deve considerarsi riferito alla parte prevalente.

Volendo descrivere la situazione dei rilievi più importanti, si inizierà la rassegna da Nord, ossia dal gruppo di colli del M. della Madonna - M. Grande.

Il Monte della Madonna, con i suoi 523 metri d'altezza, rappresenta il secondo rilievo euganeo, superato solo dal Monte Venda (601 metri). Le rocce sedimentarie circondano quasi ovunque quel-

le eruttive ed i rapporti, visibili ad esempio lungo la strada che dalla sella de Le Fiorine porta al Rifugio « M. della Madonna » ed alla chiesetta dei P. Benedettini, sono di tipo discordante: gli strati della Scaglia rossa sono raddrizzati e calcinati per l'azione termica del magma. Due piccoli lembi di calcare giacciono sopra alla roccia eruttiva presso la vetta del M. della Madonna; anche in questo caso l'azione termica li ha ridotti ad uno sfattuccio calcareo e solo le lenti di selce intercalata sono ancora ben visibili. In corrispondenza a Le Fiorine sono conservati per un buon tratto i resti dell'antica copertura sedimentaria formata dalla Scaglia rossa, sollevata e lacerata dall'intrusione. Essi si trovano oltre duecento metri più in alto della Scaglia rossa coeva dei pressi di Teolo. Fra i fossili rinvenuti a Le Fiorine si possono ricordare ammoniti (*Phylloceras*), tartarughe e denti di mosasauro.

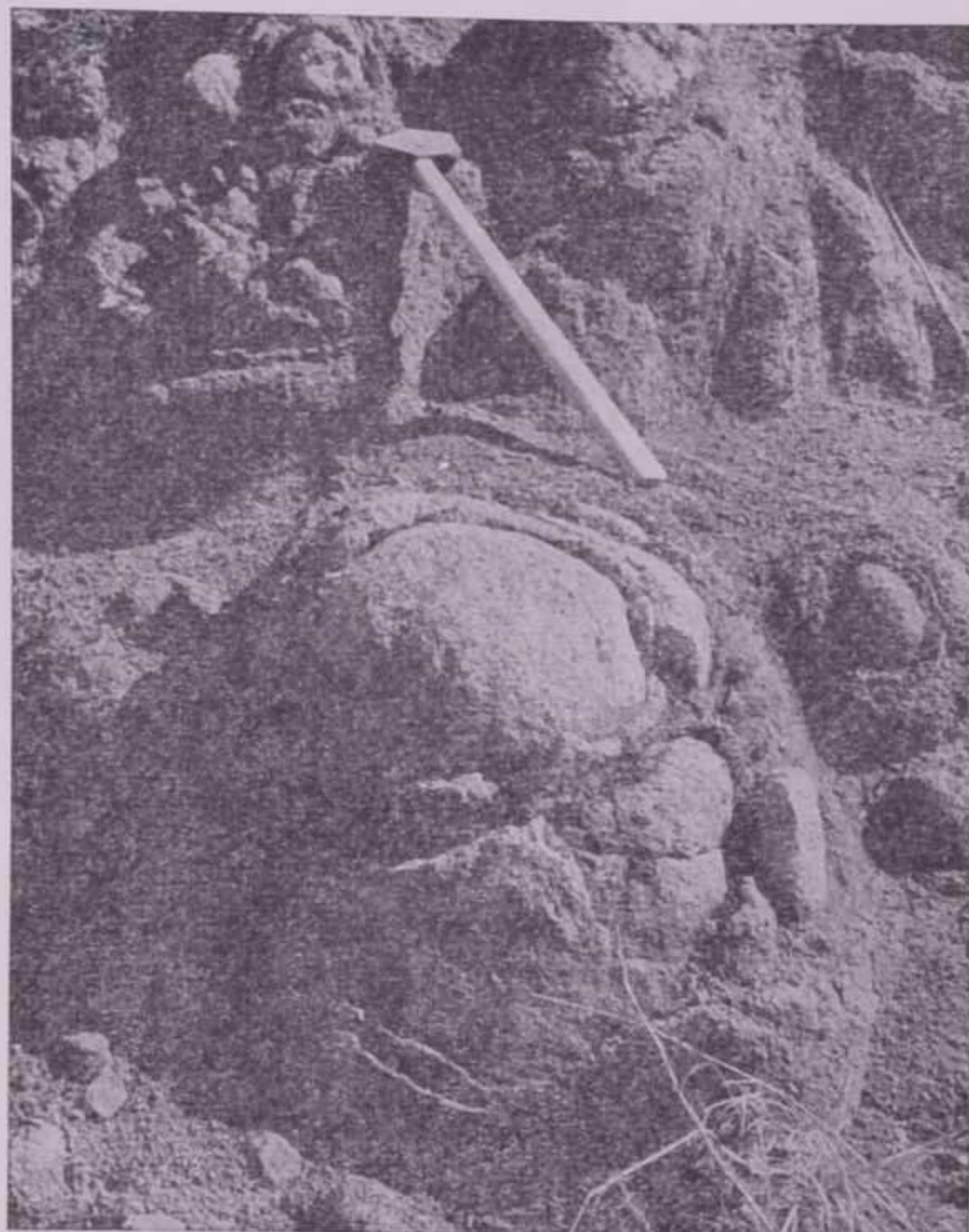


FIG. 2 - Esfoliazione « cipollare » nel basalto di Rovarola presso Zovon.

La trachite del M. Grande è in complesso più alterata di quella del vicino M. della Madonna, probabilmente per azione fumarolica posteruttiva; meno alterata è la parte riolitica. Oltre a rapporti di discordanza tra rocce eruttive e sedimentarie possono trovarsi contatti concordanti, soprattutto sul versante meridionale del M. Grande.

Il gruppo intrusivo è in definitiva simile ad un duplice laccolite, ma non corrisponde esattamente alla definizione originaria di questo tipo di intrusione.

Affine ad esso è il gruppo eruttivo trachitico di *M. Altore-M. Comun*, in cui si osservano del pari lembi di rocce sedimentarie sopra alle eruttive: si tratta di marne terziarie indurite ed annerite rispetto al loro colore giallo-grigio originario e di calcari cretacei calcinati.

Nei pressi di Teolo i basalti di *M. Oliveto* («Olivetto» sulla tavoletta topografica dell'Istituto Geografico Militare) e quelli di *Rovarola* attraversano le marne dell'Eocene, formando delle basse colline. Alle fasi vulcaniche dell'Eocene appartengono le lave basaltiche compatte dei pressi di *Rovolon* e le ialoclastiti del medesimo orizzon-

Il corpo trachitico di *Zovon* è noto per avere fornito, assieme a *M. Merlo*, la miglior pietra da taglio di tutti gli Euganei. I contatti fra la trachite e la roccia sedimentaria situata al suo tetto appaiono concordanti ed il meccanismo di eruzione ricorda quello laccolitico. Sul fianco occidentale del corpo eruttivo i contatti primari sono stati verosimilmente modificati da una faglia con direzione NNW-SSE, per cui le marne terziarie appaiono localmente discordanti con la roccia magmatica.

La trachite è fessurata in prismi, come accade comunemente alle rocce vulcaniche, che dopo il consolidamento continuano a raffreddarsi e con-

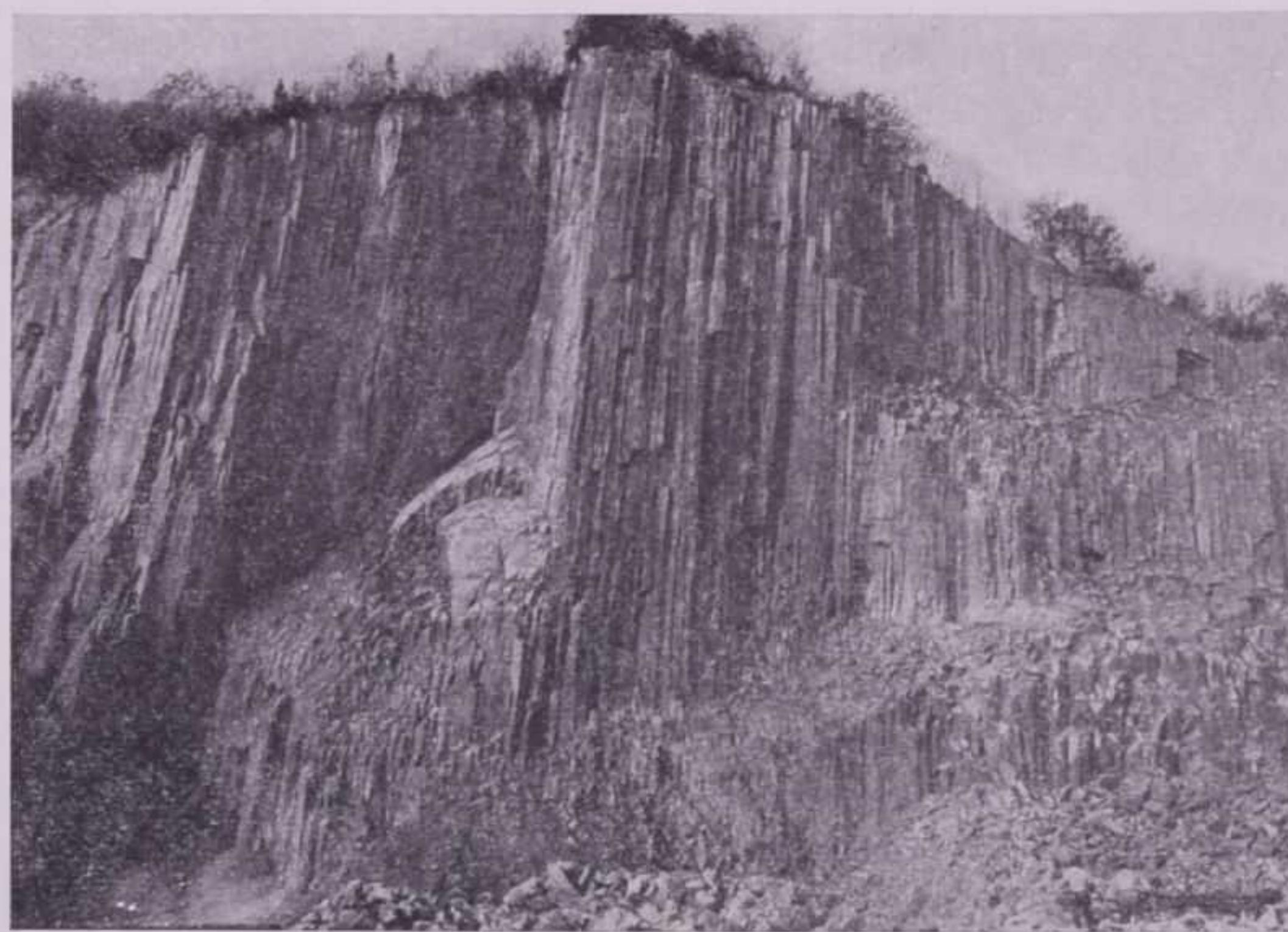


FIG. 3 - Fessurazione colonnare nella riolite del M. Brusà (gruppo del M. Lonzina).

te geologico. Anche le brecce basaltiche dei pressi di *Teolo* e quelle delle vicinanze del cimitero del paese, che si prolungano verso *Rocca Pendice* e proseguono fin oltre *Castelnovo*, fanno parte dello stesso seguito eruttivo.

Il monte di *Lovertino* (*M. Santo*), che sorge isolato nella pianura sul lato occidentale degli Euganei, deve la sua origine ad un'intrusione in prevalenza discordante di basalto; la lava ha sollevato e perforato in qualche punto gli strati rocciosi, come sul lato sudorientale, dove due apofisi tagliano la Scaglia rossa, che appare calcinata e sbriciolata.

Salendo a Teolo dal versante orientale dei colli appare molto evidente per il suo risalto morfologico il corpo eruttivo di *Rocca Pendice*; la roccia trachitica che lo costituisce sporge a muraglia dalle formazioni eoceniche meno resistenti ed ormai largamente asportate dall'erosione. Si tratta di un grande filone eruttivo o di un'intrusione simile, allungata secondo NNW-SSE.

trarsi sino alla temperatura ambiente. Nelle numerose cave aperte sui fianchi della valle di *Zovon* si vede la parte superiore di molti prismi di fessurazione flettersi ad uncino piegando verso valle. A lungo andare le testate si staccano e si origina infine un movimento franoso.

Quale curiosità mineralogica si possono ricordare i cristalli di tridimite (o meglio di quarzo pseudomorfo su tridimite) nelle cavità o geodi della roccia eruttiva trachitica dei dintorni di *Zovon*.

Anche il *M. Pirio*, nei pressi di *Castelnovo*, sporge con la sua roccia trachitica dai dossi circostanti, a somiglianza di *Rocca Pendice*, ma in misura più modesta. L'allungamento del rilievo è in direzione Nord-Sud. Un secondo filone trachitico diretto NW-SE taglia la roccia del *Pirio* verso la sua terminazione settentrionale ed appare ben visibile anche da lontano per le colonne verticali di fessurazione.

Un interessante gruppo eruttivo si trova sul lato nord-orientale dei Colli Euganei, ad ovest di

Abano Terme, ossia quello del *M. Lonzina*. Esso è separato dal gruppo centrale dei Colli da uno stretto corridoio di alluvioni. Le rocce rappresentate nell'insieme del *M. Lonzina* vanno dalla riolite alcalina del *M. Brusà* e del *M. Campana* alla trachite del *M. Lonzina*-*M. delle Are*, alla latite del *M. Sengiari* e al basalto alcalino olivinico del *M. Moscalbò*. È molto caratteristico l'allineamento Nord-Sud del complesso *M. Brusà*-*M. Campana*, che riflette una delle direttrici tettoniche prevalenti nei Colli Euganei al tempo degli eventi magmatici del secondo ciclo eruttivo, quello dell'Oligocene. Nella parte centrale del gruppo mon-

trachite, tranne il *M. Ortone*, riolitico. Rocce sedimentarie si rinvengono nelle perforazioni per acque termali eseguite nelle vicinanze, ma se pure esistevano in detti colli, sono state del tutto asportate dai processi erosivi.

Il rilievo del *M. Baiamonte* si imposta sulle vulcaniti basaltiche ampiamente rappresentate nella zona di Castelnuovo. Il colle del *Baiamonte* (che è il terzo rilievo euganeo per altezza assoluta, con i suoi 486 m) si allunga in direzione NW-SE e risulta formato da vari tipi di rocce riolitiche, come brecce, tufi, facies vetrose e perlite. Un grosso filone trachitico, che attraversa le rocce

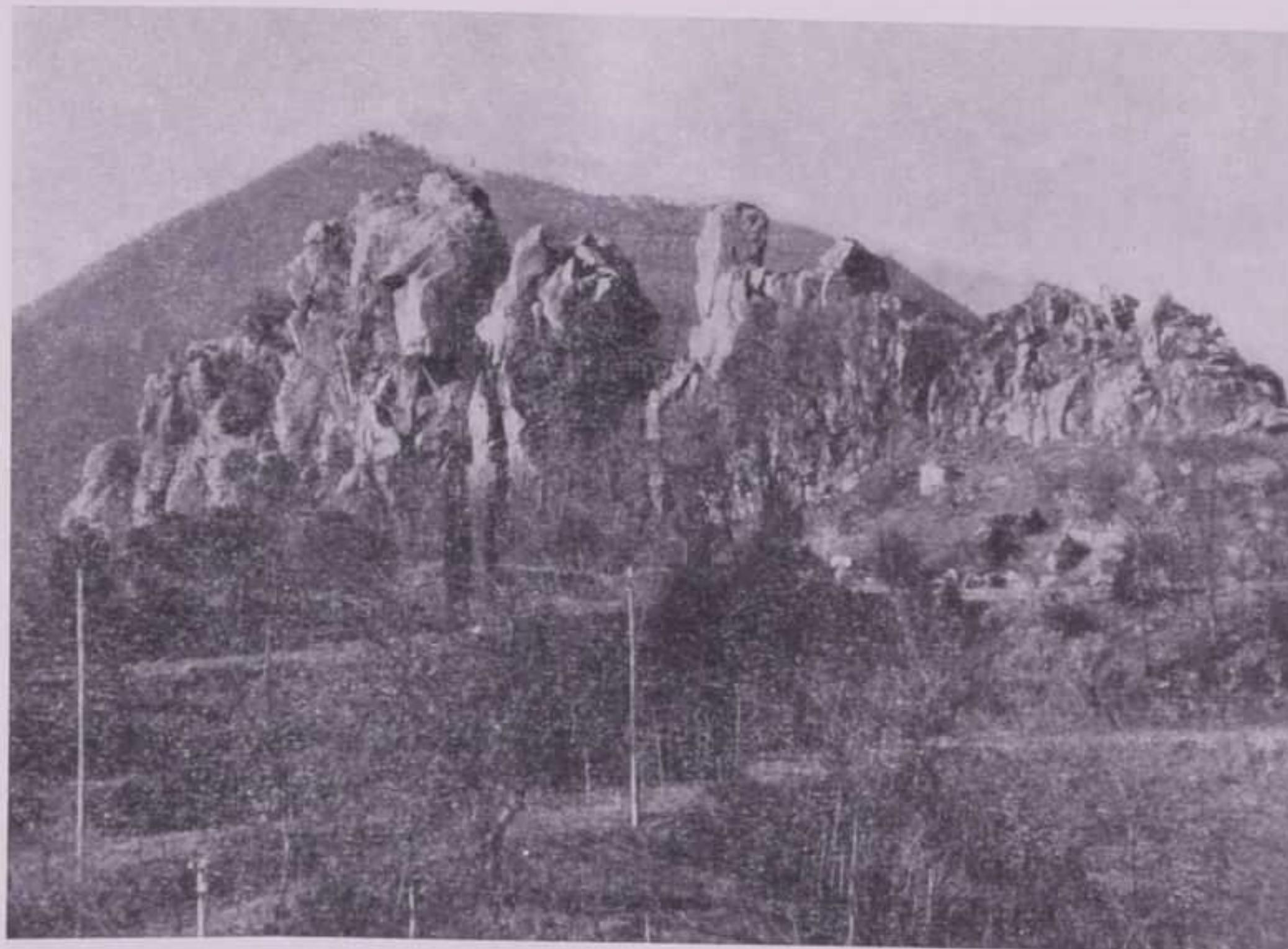


FIG. 4 - Il filone riolitico del Monte delle Forche negli Euganei centrali. Esso sporge dalle più erodibili vulcaniti basiche che ne rappresentano la roccia incassante.

tuoso in discorso sono ancora conservate per ampio tratto rocce sedimentarie (marne dell'Eocene in prevalenza), sollevate dai corpi eruttivi e circondate dalle venute magmatiche. Piccoli resti della copertura sedimentaria sono rimasti sulle sommità dei monti *Sengiari* e *Campana*. Definire con sicurezza di quale tipo di apparati eruttivi si trattì risulta difficile; i rapporti visibili con le rocce sedimentarie sono in prevalenza discordanti.

Sulla strada che da Tramonte porta alla vetta del *M. Sengiari*, non lontano dal culmine, si rinviene un cammino vulcanico d'esplosione ripieno di breccia eruttiva latitica grossolana e caotica, che attraversa l'ammasso subvulcanico del *Sengiari*. Sul fianco occidentale del *M. Brusà* si può notare infine un bellissimo esempio di fessurazione colonnare della riolite.

I rilievi isolati di *M. Merlo*, *M. Bello*, *M. Rosso*, *M. Ortone* e *M. S. Daniele* sono circondati dalle alluvioni della pianura e appaiono costituiti da

riolitiche, segna la dorsale del *Baiamonte* e si protende verso l'abitato di Castelnuovo, sporgendo nettamente dalla massa riolitica, più erodibile.

L'apparato eruttivo di maggiori dimensioni dell'intero complesso collinare euganeo è rappresentato dal gruppo *M. Venda* - *M. Vendevolo*. Il *Venda* costituisce anche la vetta più alta dei Colli (m 601). Si tratta con ogni probabilità di un dosso di ristagno, cioè dell'accumulo di lava riolitica viscosa in vicinanza e al di sopra di una fessura da cui fuoriusciva; la lava non si è originariamente espansa per la sua alta viscosità e si è raffreddata attorno alla zona di emissione, al di sopra di rocce basaltiche e di marne dell'Eocene, sulle quali la riolite poggia. La fessura di estrusione dovrebbe trovarsi in corrispondenza dell'asse morfologico del dosso montuoso, allungata in direzione Est-Ovest.

Gli affioramenti riolitici dei pressi di *Cortelà* e tutt'attorno a *Boccon* appartengono probabilmente

a grosse e corte colate di lava, che poggiano su tufi basici dell'Eocene e che forse sono derivate dalla cupola di ristagno del Venda-Vendevolo per la rottura del primo involucro di consolidamento.

Molto evidenti risultano i filoni trachitici disposti a raggiera sul versante orientale del Venda e che si incontrano sulla strada che da Castelnuovo conduce a quel monte.

Il *M. Rua* è conosciuto da molti per l'eremo camaldolese che sorge sulla sua vetta. L'apparato eruttivo riolitico che lo forma dovrebbe corrispondere a un'intrusione o duomo di lava di tipo discordante; i rapporti con le rocce riolitiche preesistenti e con quelle sedimentarie sono mascherati tuttavia da ampie fasce detritiche.

di aspetto ignimbritico del *M. Cimisella* in una cava abbandonata posta sul versante sudoccidentale del colle. Eccettuato il *M. Zogo*, le cui rocce vulcaniche si imbasano su tufi basici e marne, riesce difficile negli altri casi definire il tipo di apparato eruttivo. Sul versante settentrionale del *M. Trevisan* si cavavano perliti riolitiche (brecce perlite e resinitiche ricche di frammenti di vetro vulcanico).

L'intrusione laccolitica del *M. Oliveto* a Sud di Mandria (sempre nel gruppo del *M. Ceva*) mostra ancora conservata l'originaria copertura di rocce sedimentarie; la Scaglia rossa copre infatti in perfetta concordanza la massa trachitica, suddivisa in colonne prismatiche di fessurazione tardive.

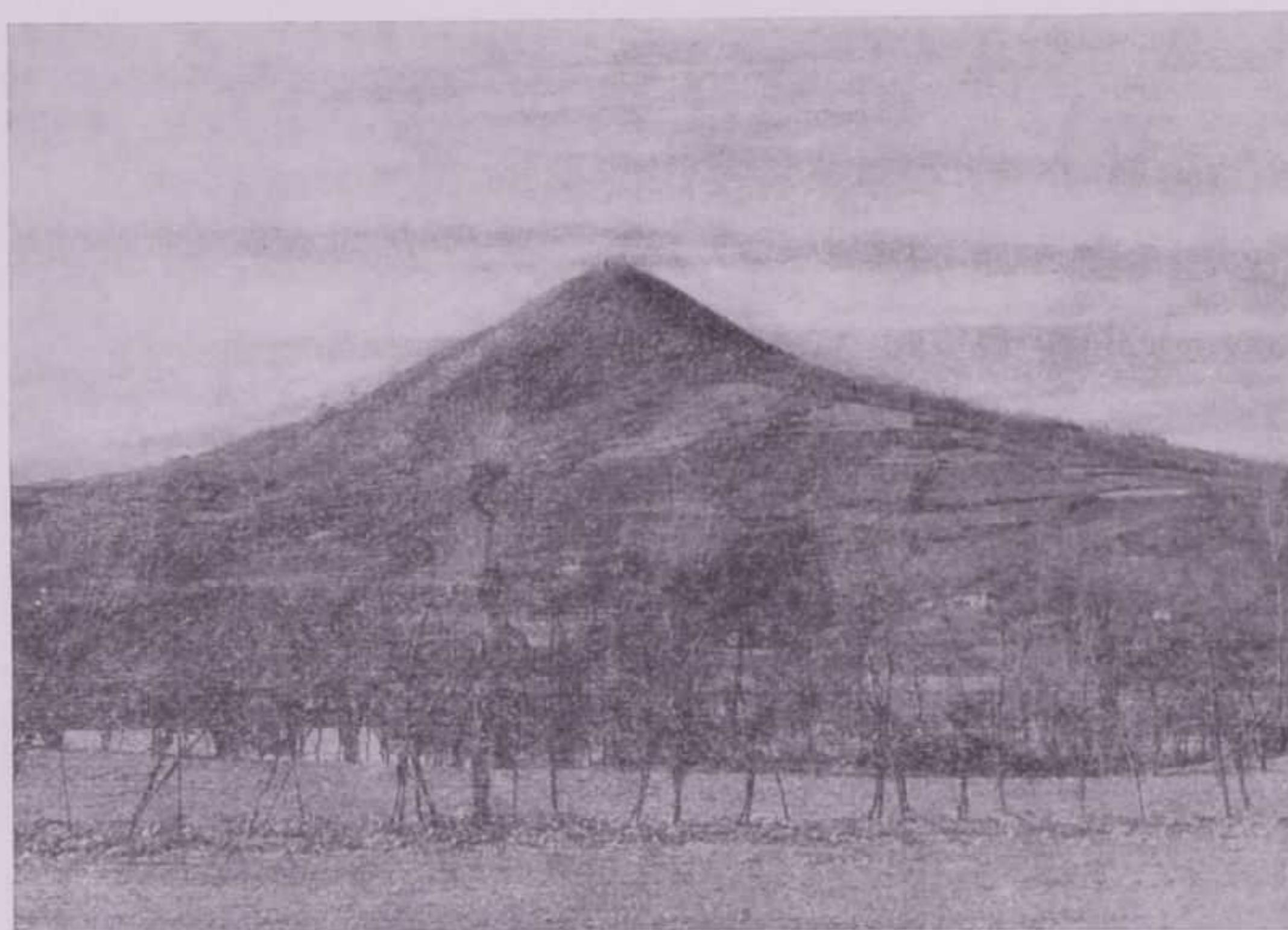


FIG. 5 - Il rilievo isolato del M. Lozzo. Si osservi la rottura di pendio al passaggio dalla Scaglia rossa (più erodibile) inferiormente alla trachite della parte superiore.

In località *Valderò* presso *Torreglia* si riscontra un dosso allungato in direzione N-S, formato dalla breccia di riempimento di un grande condotto d'esplosione trachitico, uno dei maggiori dei Colli Euganei per dimensioni.

Il gruppo collinare del *M. Siesa*-*M. Zogo*-*M. delle Valli*-*M. Cimisella*-*M. Alto* rappresenta una piccola catena che collega il gruppo del *M. Ceva* al corpo centrale degli Euganei. Apparati eruttivi di dimensioni limitate e di varia composizione ne formano l'ossatura. Vi si riscontrano rioliti alcalini (anche in facies tufacea e ignimbritica nel *M. Zogo*) e trachiti alcalini. Una singolare varietà rosata di riolite si rinviene verso la sommità di *M. Zogo*, lungo la locale strada asfaltata. Filoni trachitici, alcuni dei quali di cospicue dimensioni, intersecano in vario modo le rocce eruttive; un filone latiandesitico taglia obliquamente la riolite

va. Il fenomeno è ben visibile in una vecchia cava sul versante settentrionale del rilievo.

Nel gruppo centrale del *M. Ceva*-*M. Spinefrasse* le vulcaniti latitiche, in banchi di brecce prevalenti, sono sovrapposte ad un complesso di tufi e lave riolitiche, che poggiano a loro volta sulle marne terziarie. Si tratta cioè dei resti di uno strato-vulcano latitico, sovrapposto ad un precedente edificio vulcanico riolitico di modeste dimensioni.

L'estrema propaggine meridionale del gruppo del *Ceva* è rappresentata dal *M. Croce*, sul cui versante orientale, in corrispondenza della cava di pietrisco latitico (erroneamente indicata come « cava di trachite » nella tavoletta « Battaglia Terme » dell'Istituto Geografico Militare) si può osservare inferiormente un ammasso lavico, che per la forma a duomo e la disposizione a ventaglio

dei prismi di fessurazione colonnare, può essere interpretato come una cupola di ristagno. Tale duomo lavico è avvolto da un involucro caotico di brecce latiandesitiche, nelle quali si intercala un livello sedimentario tuftico-marnoso, contenente una fauna fossile di foraminiferi e molluschi. Il loro studio ha fornito la conferma paleontologica dell'età oligocenica inferiore del secondo ciclo eruttivo euganeo, raggiunta in precedenza per via radiometrica, come si è detto nelle prime pagine.

Il *M. Castellone*, sempre nel gruppo del Ceva, corrisponde ad un'intrusione di riolite alcalina, che ha sollevato la serie sedimentaria ed eruttiva descritta in precedenza.

come esso mostri un pendio piuttosto dolce nella parte inferiore e media, formata da Scaglia rossa; nella parte superiore i fianchi si fanno ripidi e il brusco cambiamento si deve alla comparsa della trachite, assai resistente ai processi erosivi. Gli strati sedimentari, sollevati dall'intrusione, mostrano una giacitura periclinale con pendenza verso l'esterno, a franapoggio. Un piccolo lembo di tufi basici dell'Eocene, presso la sommità del M. Lozzo, rappresenta un resto della copertura originaria della massa eruttiva, lacerata e sollevata dall'intrusione lavica. La trachite della località «Pergolette», sul fianco orientale del monte, appartiene ad una apofisi discordante che si diparte dalla massa principale.

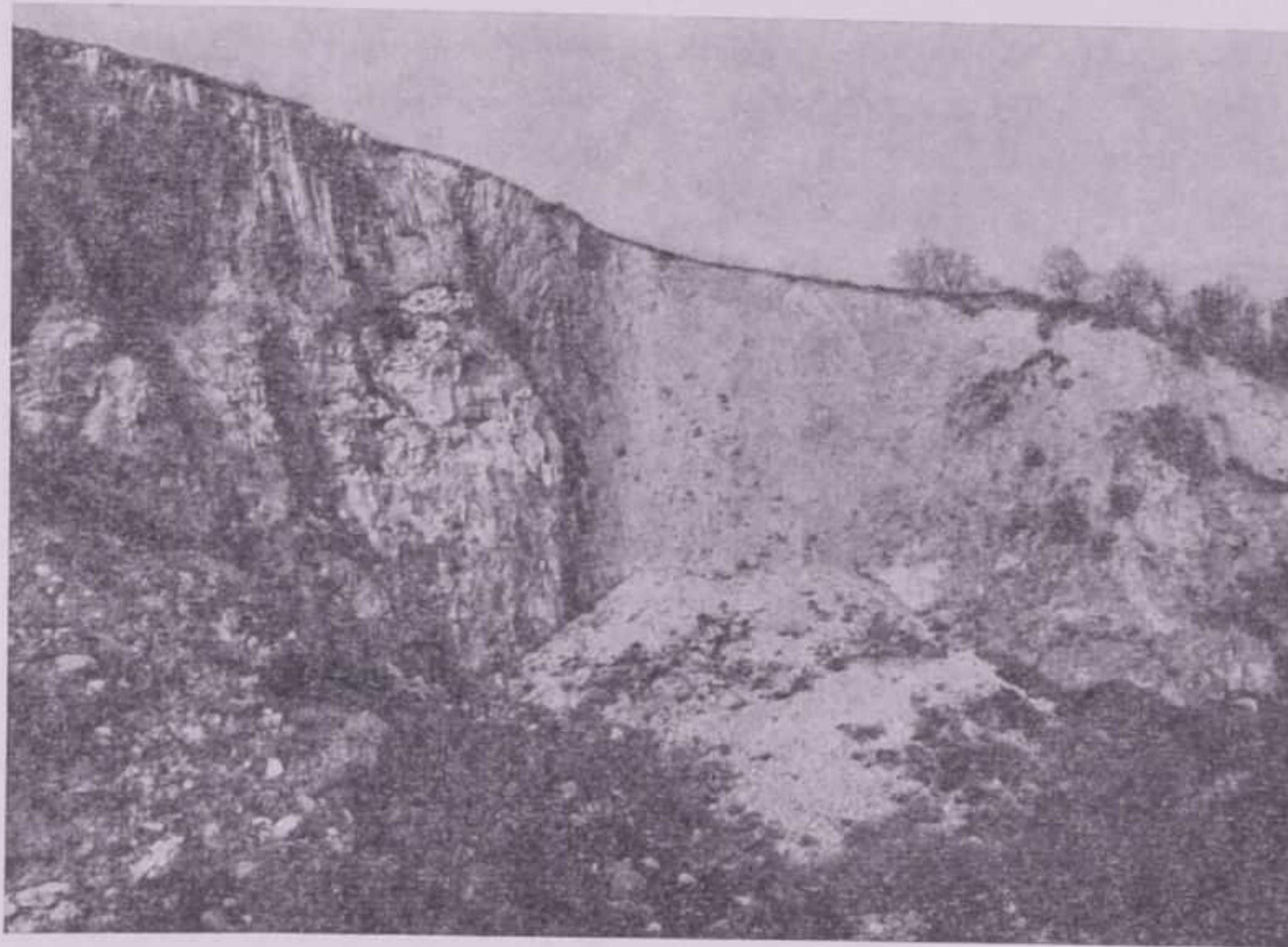


FIG. 6 - L'intrusione riolitica di Fontanafredda (Euganei occidentali), con il corpo laccolitico ricoperto dal Biancone, attraversato e sormontato a sua volta da un'apofisi riolitica, visibile in alto a sinistra.

A differenza del margine orientale dei Colli, dove i rilievi isolati nella pianura sono abbastanza frequenti, su quello occidentale si hanno solo i monti Lozzo e Lovertino separati dalla massa montuosa principale; il secondo rilievo è continuato dalle basse colline, di origine non eruttiva (Albettone, Lovolo, Monticello), che collegano con una serie di rilievi isolati i Colli Euganei ai vicini Colli Berici.

Il *M. Lozzo* (m 324) rappresenta il più bel'esempio di « laccolite di eruzione » dei Colli Euganei, un laccolite cioè, nel quale il tetto di rocce sedimentarie è stato lacerato dal progredire della spinta della massa magmatica viscosa sottostante, che è apparsa in superficie ed ha continuato a sollevarsi ulteriormente in un ammasso domiforme, costituendo un'eruzione areale in miniatura. Se si osserva il profilo del *M. Lozzo* si può notare

Nei pressi di *Fontanafredda*, ai due lati della valle omonima, sorgono i rilievi del *M. Rèsino* e del *M. Partizzon*. Anche se separati nella morfologia in seguito alla erosione fluviale, essi costituiscono un unico laccolite riolitico, con il tetto formato dai calcari giuresi del Rosso ammonitico e cretacei del Biancone. Nella cava abbandonata posta sul versante meridionale del *M. Rèsino* si può osservare come dette rocce sedimentarie siano state spezzate e smembrate in varie zolle dalla spinta della lava sottostante, che le ha poi attraversate lungo una fessura visibile sul lato destro del fronte di cava e le ha in parte penetrate e ricoperte. Un fenomeno analogo si osserva sul *M. Partizzon*, con un'apofisi riolitica che si spinge nel Biancone. La roccia eruttiva mostra in varie parti una bella fessurazione colonnare.

Un'origine effusiva si può attribuire alla riolite del *M. Brècale*, sempre nei pressi di Fontanafredda; la lava è traboccata cioè in superficie attraverso un camino di adduzione e si è espansa in colate corte e spesse, com'è tipico delle lave viscose. Il fenomeno è riconoscibile nelle digitazioni della massa eruttiva che si notano sul lato sud-occidentale di questo colle.

Il *M. Marco*, situato presso le pendici meridionali del *M. Venda*, permette di osservare un bell'esempio di condotto di esplosione, ripieno di breccia di composizione riolitica. Il diametro del diatrema o camino supera i 500 metri, cosicché rappresenta uno dei maggiori *necks* degli Euganei ed anche uno dei più facilmente riconoscibili, per il risalto morfologico rispetto alle rocce marnose terziarie circostanti. Si tratta di un bell'esempio di inversione del rilievo, in cui ad un'originaria antica voragine corrisponde oggi un cocuzzolo, dato che l'erosione ha asportato in maggior misura le rocce circostanti e rispettato quelle che riempivano inferiormente la cavità.

Il *M. Peraro* differisce dalla maggior parte dei corpi eruttivi euganei per la sua forma molto articolata anziché unita, soprattutto sul lato orientale. Sul lato occidentale del monte le rocce sedimentarie immagazzinano sotto la massa eruttiva riolitica, andando a costituire la base del probabile laccolite. Si tratta di un caso raro in cui tale tipo di rapporto sia osservabile. Si è detto «probabile» laccolite, perché i disturbi tettonici, connessi anche con l'intrusione di altri corpi eruttivi posteriori, rendono incerte le osservazioni sul lato orientale, dove dovrebbe trovarsi il tetto del laccolite. Un piccolo lembo della copertura sedimentaria è ancora visibile lungo la strada che dal passo di Roverello porta verso il *M. Gallo* ed è costituito da marne eoceniche; un altro lembo si trova a non grande distanza.

Analogamente a quanto avviene per la massa riolitica del *M. Rua*, anche quella del *M. Orsara* è quasi completamente circondata da altre rocce eruttive. La sua giacitura rispetto alle rocce sedimentarie non è facilmente riconoscibile ed inoltre la stessa massa lavica è stata sollevata e disturbata da eruzioni posteriori, come quella che ha dato origine all'apparato trachitico che si sviluppa lungo i due versanti della valle di Cingolina. Presso la sommità del *M. Orsara* si osserva un notevole intreccio di filoni trachitici; qualcuno fra essi sporge per erosione selettiva dalle rocce circostanti, come ad esempio presso «il Roccolo», visibile dalla strada per Faedo e Fontanafredda.

Il corpo trachitico della valle di *Cingolina* ha sollevato e variamente intersecato l'apparato riolitico che forma il gruppo del *M. delle Grotte - M.*

delle Basse - M. Staffolo, unitario dal punto di vista geologico, ma suddiviso in più rilievi dai processi dell'erosione meteorica.

Un bell'esempio di laccolite è offerto dal *M. Gallo*, che mostra la base di rocce sedimentarie come nel caso del vicino *M. Peraro*, già descritto, e nel quale la copertura è del pari quasi del tutto erosa, tranne un lembo di Scaglia rossa conservato presso la sommità.

Il corpo eruttivo del *M. Cinto* presenta una situazione strutturale paragonabile a quella del *M. Rusta*. Sono osservabili infatti rapporti di concordanza fra la massa riolitica e copertura sedimentaria sul lato meridionale, di discordanza su quello settentrionale.

Un'analogia origine si può prospettare per l'apparato trachitico di *M. Gemola*. Alla base del versante settentrionale, sotto alla trachite, si vedono più colate basaltiche fra loro sovrapposte, appartenenti alla prima fase eruttiva euganea, di età eocenica.

A Nord del *M. Gemola*, il corpo trachitico del *M. Rusta* si protende verso il lato meridionale della valle di Fontanafredda. La situazione geologica appare diversa sui vari lati del rilievo. Sul fianco orientale il Biancone e la Scaglia rossa sono stati raddrizzati dall'intrusione magmatica e sollevati ad una quota superiore a quella delle vicine marne eoceniche affioranti sul lato occidentale. Qui le marne presentano giacitura suborizzontale ed anzi tendono ad immergersi sotto la trachite. I rapporti sono quindi di discordanza fra roccia eruttiva e sedimentaria su un lato e di concordanza in grande sull'altro.

Per il *M. Orbieso*, che si stacca nettamente nella morfologia emergendo dai pendii circostanti formati da Scaglia rossa, si può parlare di un corpo magmatico intruso sotto la coltre sedimentaria; la riolite si prolunga al di sotto di essa verso oriente, dando origine alla stretta dorsale estesa verso Valsanzibio. L'intrusione appare pertanto di forma complessa.

Un probabile laccolite di eruzione è quello del *M. Cero*; la trachite alcalina pare abbia sollevato e poi lacerato la copertura sedimentaria, di cui sono conservati alcuni resti sul versante settentrionale, resti che mostrano di aver subito leggeri fenomeni termometamorfici di contatto ad opera del magma.

Alla stessa fase eruttiva che originò il *M. Cero* va ascritto verosimilmente anche il corpo intruso trachitico di *M. Murale*, la cui forma allungata potrebbe essere dovuta ad un meccanismo intrusivo di tipo filoniano.

Dalla strada Baone-Valle S. Giorgio è visibile un dosso a morfologia arrotondata, che corrisponde alla zona di affioramento delle brecce basaltiche di un camino di esplosione in località « Fornaci di calce ». La Scaglia rossa appare decolorata tutt'intorno alle brecce del *neck*.

L'esempio forse migliore di laccolite in tutti gli Euganei è quello del *M. Cecilia* presso Baone. La massa eruttiva latitica, che sembra continuare per un buon tratto verso Nord, è ricoperta dal tetto originario di Scaglia rossa, che è stato sollevato a volta dalla spinta magmatica; la roccia sedimentaria risulta decolorata, indurita e legger-

fiche e morfologiche, mancando rapporti diretti con le rocce sedimentarie. Pare trattarsi di un grande filone trachitico, isolato dai processi erosivi.

La riolite alcalina che affiora nei pressi di *Arquà Petrarca* appartiene ad un corpo laccolitico; la copertura sedimentaria del tetto è stata asportata dall'erosione nelle zone più elevate.

Il *M. Ricco* è formato da riolite alcalina. Nonostante le grandi cave, non si possono osservare che in pochi punti i rapporti fra rocce sedimentarie ed eruttive. Nell'immensa cava di calcare situata sul fianco settentrionale del rilievo si nota come la Scaglia rossa e le soprastanti marne eoce-

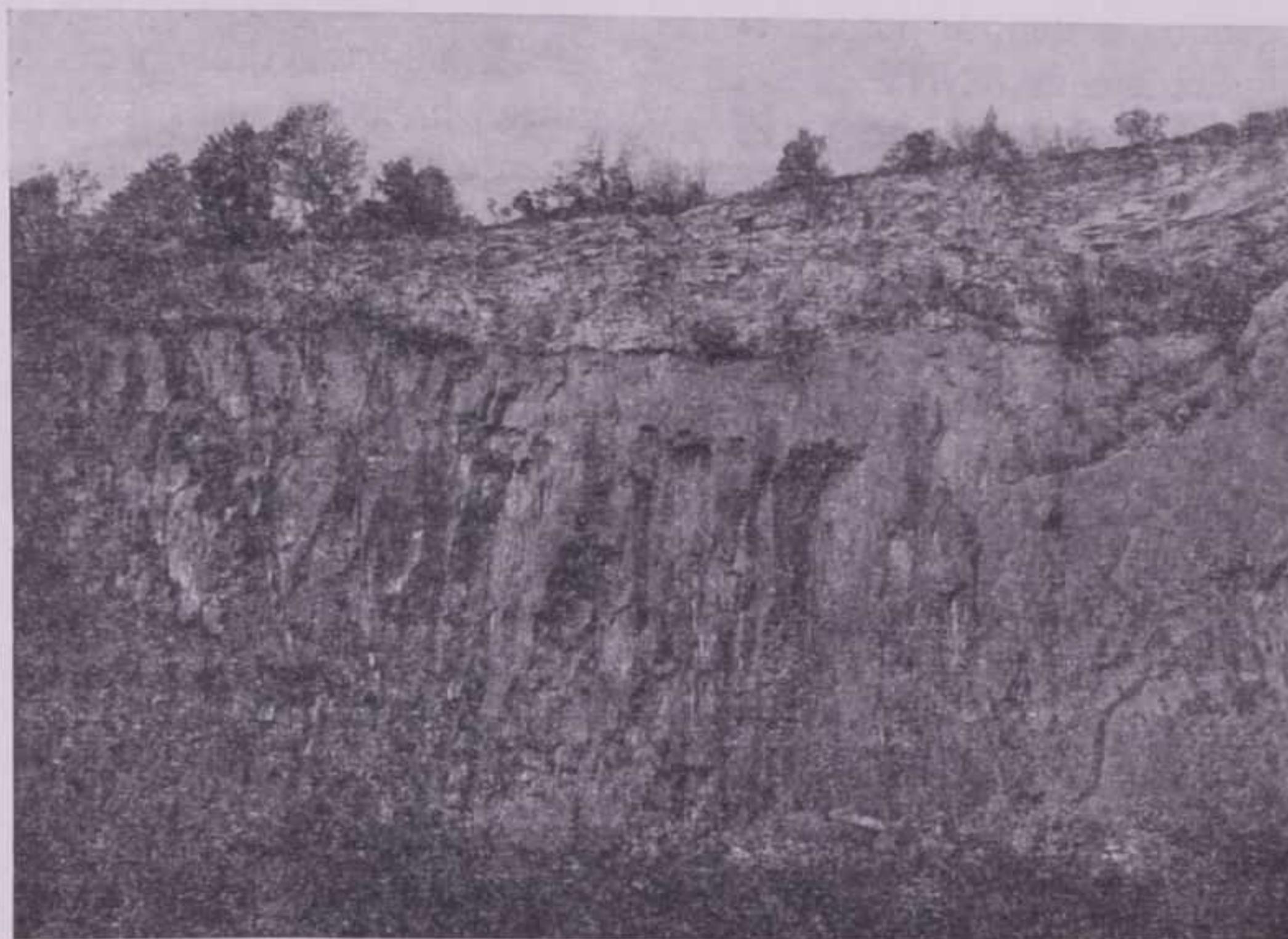


FIG. 7 - Particolare del laccolite latitico di Baone (*M. Cecilia*). La roccia eruttiva, fessurata in colonne, è ricoperta dalla Scaglia rossa, che ha subito leggeri processi di metamorfismo termico per contatto con il magma.

mente ricristallizzata presso il contatto. Il limite tra roccia eruttiva e copertura sedimentaria segue i piani di stratificazione, cioè è concordante, come si può bene osservare in vecchie cave situate lungo una valletta, 1 km circa a Nord del paese di Baone. Caratteristica la fessurazione colonnare della roccia eruttiva.

Più complessa appare la situazione strutturale della massa riolitica che forma il gruppo *M. Ventolone - M. Piccolo*. La Scaglia rossa appare sollevata dalla riolite e inclina verso l'esterno da ogni lato, tranne quello settentrionale. Qui i rapporti, pur se mascherati dall'abbondante detrito accumulato nel Calto Callegaro, appaiono nettamente discordanti. Anche l'intrusione della vicina massa eruttiva del *M. Orbieso* ha contribuito a complicare la situazione.

Per il *M. Lispida*, situato a SW di Battaglia Terme, sono possibili solo osservazioni petrogra-

niche siano tagliate in discordanza dalla riolite. Una serie di faglie parallele, con direzione NW-SE, ha dislocato a gradinata le rocce; in corrispondenza alle faglie, subverticali, si sono iniettati grandi filoni di composizione basaltica.

Consideriamo infine, nella rassegna dei principali corpi eruttivi euganei, la *Rocca di Monselice*. Nello scavo che unisce i giardini pubblici della città ad una vecchia cava di pietra si può osservare come la trachite, che mostra una bella fessurazione colonnare, abbia sollevato i calcari cretacei, raddrizzandoli. Il contatto non è segnato da fenomeni termici evidenti ed è in parte concordante, in parte, verso l'alto, discordante. La roccia eruttiva taglia cioè le rocce sedimentarie (Biancone e Scaglia rossa) e si solleva a torre; essa sembra abbia formato una specie di obelisco di lava rovente, forma eruttiva non comune neppure per le lave viscose.

LA STRUTTURA TETTONICA DEGLI EUGANEI

L'assetto tettonico delle rocce che formano i Colli Euganei può schematizzarsi in una larga piega anticlinale, con asse diretto NE-SW; tale direzione risulta press'a poco parallela a quella delle ondulazioni di maggior importanza nella serie dei terreni dei limitrofi Colli Berici e Lessini orientali.

Nel gruppo collinare euganeo le dislocazioni per frattura sono nettamente predominanti rispetto a quelle per piega, soprattutto se si prescinde dagli effetti delle intrusioni magmatiche. Gli stessi limiti morfologici dell'intero gruppo collinare sono molto netti, con andamento diritto tanto sul margine orientale che su quello occidentale per l'effetto di due faglie, orientate secondo NNW-SSE e rispettivamente N-S. Al di là di queste due linee, lunghe ciascuna una quindicina di chilometri ed estese da Monselice a Treponti-Montemerlo e rispettivamente da Este a Carbonara, si ergono tuttavia rilievi notevoli come il M. Lozzo e il M. Lovertino sul lato occidentale e i gruppi del M. Ceva e del M. Lonzina, assieme a colli minori, su quello orientale. Forse su questo lato si estende una faglia parallela, da Carrara per Montegrotto e Abano verso Selvazzano.

Le principali direttive strutturali che interessano il complesso euganeo sono orientate secondo NNW-SSE e NE-SW e riflettono le direzioni della grande linea tettonica Schio-Vicenza e rispettivamente di quella detta della Riviera dei Berici. La prima limita verso NE, sul lato della pianura vicentino-padovana, la dorsale montuosa formata dai Lessini, Berici ed Euganei. La seconda si diparte dalla linea Schio-Vicenza, quale direttrice ad essa coniugata e separa i Colli Berici dagli Euganei. In questa zona doveva esistere un limite strutturale già nell'Eocene, perché nelle aree corrispondenti ai due gruppi collinari si ebbero in quel periodo due tipi di sedimentazione ben diversi, di tipo epineritico nei Colli Berici, pelago negli Euganei.

Negli Euganei sono riconoscibili anche altre orientazioni strutturali, come ad esempio quelle dei filoni e degli assi di maggiore allungamento dei corpi eruttivi; esse riflettono necessariamente condizioni in atto al tempo dei fenomeni magmatici del secondo ciclo eruttivo euganeo (Oligocene inferiore). Si possono citare in proposito le direzioni N-S, NW-SE ed E-W.

L'individuazione delle principali direttive tettoniche è stata compiuta, oltre che con i normali metodi del rilevamento di campagna, anche mediante lo studio fotogeologico delle riprese aree e successivo controllo sul terreno.

La tecnica fotogeologica si basa sull'esame, con lo stereoscopio, di coppie di fotografie eseguite dall'aereo con ripresa zenitale. In esse sono osservate le « lineazioni », rappresentate da allineamenti di varia natura quali forme del rilievo, colore dei terreni, limiti strutturali, filoni, ecc. Tali allineamenti corrispondono agli effetti di fratture e faglie, con piano generalmente verticale; esse sono causate da deformazioni « rapide » della crosta terrestre, come è necessario perché avvenga una fratturazione, in contrasto con le deformazioni lente, che danno origine alle pieghe e non producono necessariamente forme « diritte ».

L'uso della tecnica fotogeologica ha consentito di ottenere delle informazioni che non si sarebbero potute ricavare per altra via. Infatti le dislocazioni indotte nel corso della presa di posizione dei corpi eruttivi hanno condizionato talora in modo determinante la tettonica delle rocce sedimentarie; risulta quindi quanto mai difficile e complesso il collegamento fra le osservazioni di campagna svolte nelle diverse zone, soprattutto se distanti fra loro.

A questo proposito vale la pena di citare alcune tra le principali linee tettoniche individuate con l'ausilio di questa tecnica. La maggiore di esse, appartenente al sistema NNW-SSE, inizia nei pressi di Bastia negli Euganei settentrionali per terminare ad Ovest di Monselice in quelli meridionali e coincide con l'asse di maggiore allungamento del gruppo collinare. Hanno direzione NE-SW la linea passante per Vò Euganeo-Teolo fino ad Est di Treponti e quella che da Valnogaredo prosegue verso Montegrotto Terme. Direzione N-S presenta la linea tettonica che limita ad oriente la parte centro-settentrionale del rilievo euganeo verso la pianura; essa si estende da Sud di Galzignano fino a Praglia. La direttrice che passa per Valle S. Giorgio e per Arquà Petrarca mostra infine una direzione E-W.

Le faglie a direzione scledense mostrano movimenti prevalenti orizzontali sinistrorsi, a differenza degli altri sistemi a movimenti verticali. Il fascio scledense risulta essere, in base ai rapporti di interferenza, il più recente. In linea di massima si può rilevare come il lato occidentale degli Euganei risulti sollevato, con le rocce giuresi affioranti presso Fontanafredda, mentre quello orientale appaia abbassato e interessato da sistemi di fratture incrociate. Tali fratture e faglie sono state messe in evidenza da studi geofisici effettuati nel sottosuolo della zona termale di Abano, Montegrotto, Battaglia, Galzignano; esse hanno provocato uno sprofondamento a gradini della serie dei terreni, fino alla scomparsa dei rilievi rocciosi al di sotto delle alluvioni della pianura. La situazione tettonica trova corrispondenza nella grande varietà litologica e strutturale dei numerosi apparati eruttivi appartenenti alla fascia orientale dei Colli Euganei.

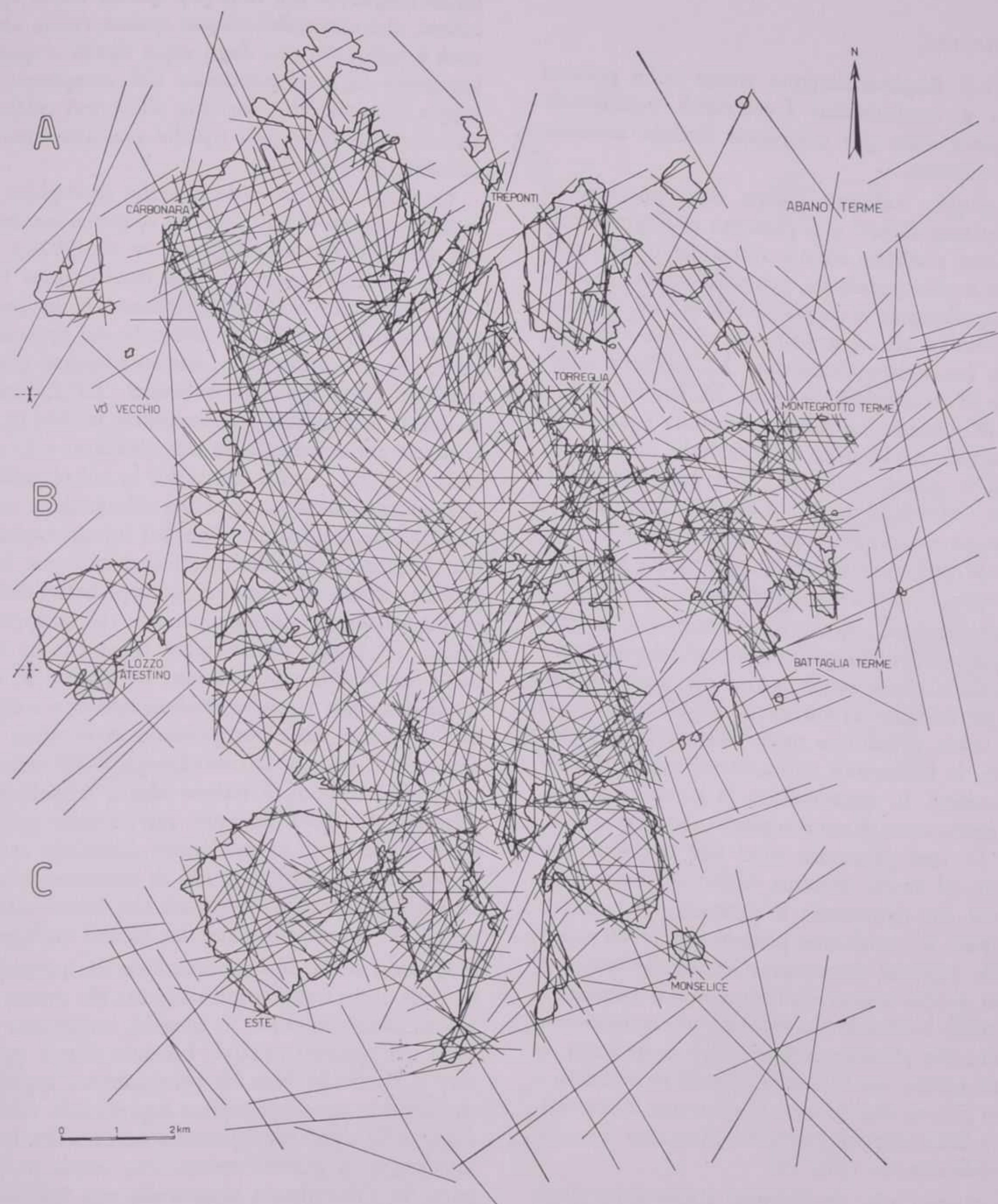


FIG. 8 - Campo delle fratture e delle lineazioni nei Colli Euganei. Le lettere A, B e C indicano rispettivamente il settore settentrionale, con aree pressoché uguali di rocce eruttive e sedimentarie affioranti, quello centrale, con rocce eruttive prevalenti e quello meridionale, in cui predominano le rocce sedimentarie. Da: C. CONEDERA, I. DIENI, G. PICCOLI, P. SACCARDI, 1969, p. 8, fig. 2.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA GEOMORFOLOGIA DEI COLLI EUGANEI

(A. GIRARDI)

I Colli Euganei sorgono isolati nella pianura veneta e costituiscono l'estremità meridionale emergente della più complessa dorsale lessineo-berico-euganea.

Il gruppo collinare occupa una superficie di un centinaio di km² e si presenta assai articolato. In pianta risultano infatti chiaramente distinguibili un nucleo principale, grossolanamente quadrilatero e allungato in direzione NNW-SSE, e alcuni rilievi isolati che si ergono sia ad Ovest che ad Est di esso (rispettivamente: M. Lovertino, M. Lozzo; M. Lonzina-M. Sengiari, M. Rosso, M. Ortona, M. Lispida, La Rocca, per citare i più noti). Nei settori meridionale ed orientale infine, altri gruppi o singoli colli (M. Cero-M. Castello-M. Cecilia, Montericco, M. Ceva-M. Spinefrasse), mantengono invece, tramite strette dorsali, rapporti di continuità con il nucleo principale e ne costituiscono altrettante appendici.

L'articolazione, oltre che planimetrica, è però anche altitudinale in quanto, procedendo dal basso verso l'alto, si osserva il brusco passaggio da uno stile morfologico ad un altro. Il primo è tipico della fascia altimetrica meno elevata in cui prevalgono le formazioni sedimentarie marine (calcarri e marne). In quest'ambito la morfologia, se pure molto varia, è nel complesso abbastanza morbida. Le forti pendenze sono rare e per lo più limitate ad alcuni versanti vallivi o, localmente, a quelli che delimitano il perimetro del nucleo principale. In realtà sono proprio i mutevoli aspetti delle incisioni torrentizie (fondovalle ampio o stretto, profilo trasversale simmetrico o asimmetrico, profilo longitudinale regolarizzato o accidentato, tracciato planimetrico rettilineo o spezzato da bruschi gomiti, ecc.), le corte dorsali arrotondate o i tozzi pianori che ad esse si alternano a determinare i lineamenti caratteristici di questo « zoccolo sedimentario » (Fig. 9).

Il secondo stile morfologico è invece peculiare della fascia altimetrica più elevata, dove il rilievo, modellato in prevalenza nelle rocce del ciclo eruttivo euganeo in s.s. (principalmente trachiti e rioliti), presenta considerevoli gradienti topografici. Il motivo più ricorrente è qui rappresentato da forme coniche e piramidali a spigoli smussati. In genere predomina la tendenza al raggruppamento di tali forme in unità morfologiche più complesse e massicce (ad esempio il gruppo M. Grande-M. della Madonna-M. Altore); non mancano però casi di coni isolati (M. Lozzo). Talvolta i rilievi in questione sono allineati lungo direttrici

preferenziali (ad esempio la W-E per il gruppo M. Vendevolo-M. Venda-M. Rua). L'altro aspetto, meno frequente ma non per questo meno spettacolare, che contraddistingue questa fascia altimetrica è infine fornito dagli aspri dicchi e spuntoni impostati in corrispondenza del complicato corteggi filoniano che, insieme alle brevi colate, costituisce una delle più tipiche manifestazioni del vulcanesimo euganeo.

La lunga tradizione di ricerche geologiche, unitamente ai dati di più recente acquisizione in questo specifico settore (PICCOLI *et al.*, 1976), chiedendo via via i rapporti che intercorrono fra le rocce incassanti e quelle magmatiche, ha portato ormai al definitivo riconoscimento dei processi genetici che, in vario modo, hanno concorso alla formazione degli apparati vulcanici. La conoscenza di questi meccanismi ha consentito inoltre di ricostruire sommariamente le deformazioni e le dislocazioni in cui è stata coinvolta la coltre sedimentaria giurassico-oligocenica per effetto delle venute magmatiche. Da ultimo, l'analisi fotogeologica prima e quella degli indizi morfotettonici poi, hanno fornito interessanti elementi interpretativi delle vicende tettoniche plio-quaternarie del gruppo collinare. In campo morfologico tutto ciò ha avuto delle importanti ripercussioni in quanto le risultanze di queste ricerche evidenziano con continuità l'influenza della componente strutturale nella definizione del quadro morfologico d'insieme.

In altri termini si ritiene che il modellamento subaereo dei Colli Euganei, pur avendo agito per un lungo tempo e in condizioni climatiche assai diverse, non sia stato in grado di cancellare completamente i connotati essenziali che erano stati impressi al sistema collinare dai fattori endogeni.

Quindi, anche se l'asportazione del potente tetto della serie sedimentaria marina (le marne sono ora affioranti soltanto in plaghe) testimonia l'efficacia dei processi erosivi, bisogna altresì considerare il fatto che essa ha praticamente funzionato da semplice smantellamento superficiale. L'esumazione delle sottostanti formazioni calcaree, ha portato infatti a giorno terreni che erano in buona parte in concordanza giaciturale con quelli erosi, poiché gli uni e gli altri erano stati in precedenza deformati congiuntamente.

È comunque opportuno sottolineare che l'erosione subaerea è diffusamente proceduta con modalità selettive. Nei Colli Euganei d'altronde, sia verticalmente sia lateralmente, sono venute a contatto rocce molto eterogenee in fatto di erodibilità. Un'ulteriore complicazione in tal senso è poi dovuta ai frequenti disturbi tettonici per frattura, che hanno intensamente contribuito a determinare linee o fasce di minore resistenza all'erosione, anche nell'ambito del medesimo litotipo. Era inevi-

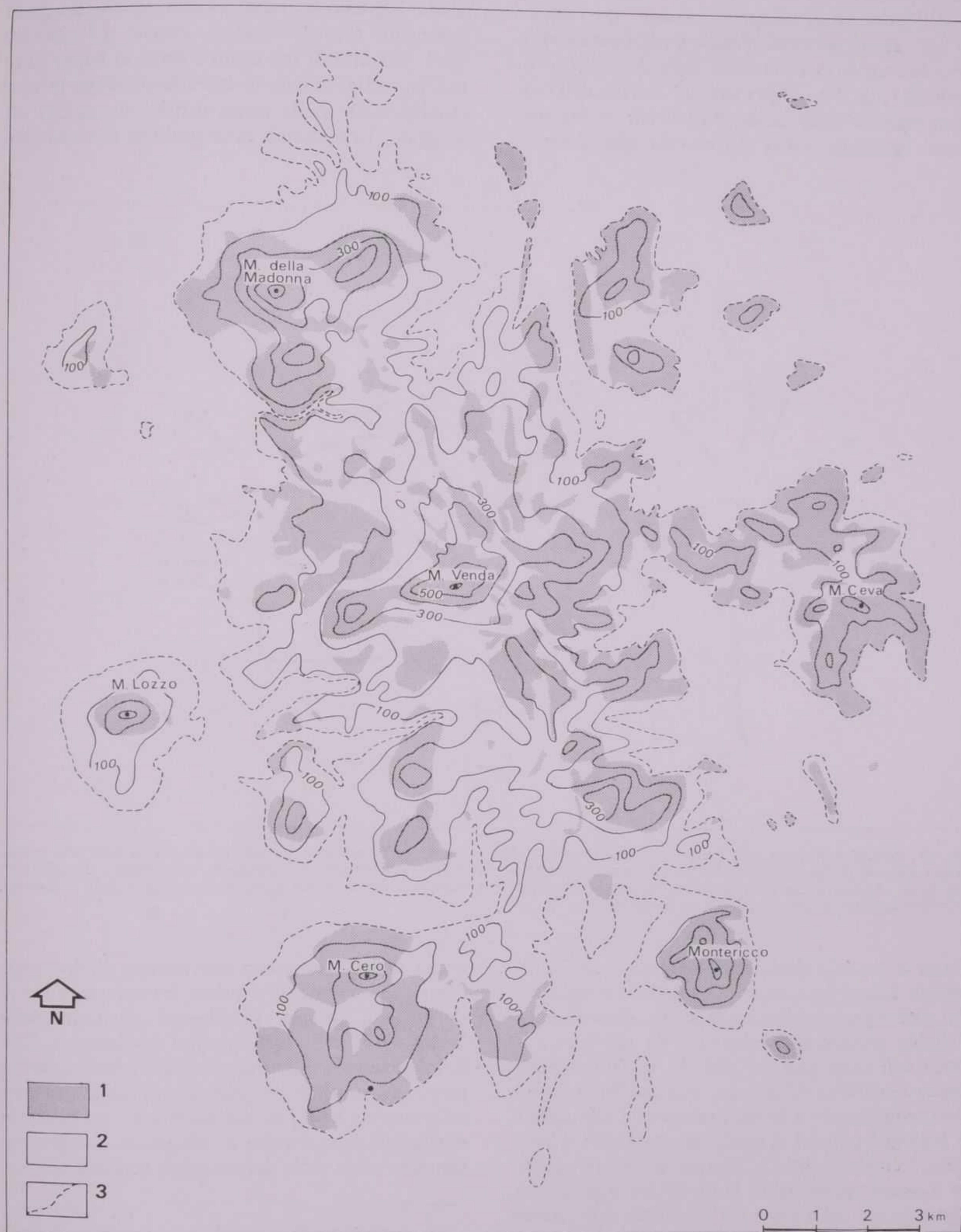


FIG. 9 - Schizzo orografico-litologico dei Colli Euganei. La suddivisione litologica è tratta da una semplificazione della carta geologica redatta da PICCOLI *et al.* (1975). Legenda: 1: Rocce eruttive; 2: Rocce sedimentarie marine e in subordine coperture detritiche quaternarie e vulcanoclastiche, tutte comunque limitatamente all'area racchiusa dall'attuale limite rilievo-pianura; 3: Attuale limite rilievo-pianura. Si noti in particolare la separazione in senso altimetrico fra gli erti rilievi eruttivi e i morbidi rilievi sedimentari.

tabile perciò che il modellamento esogeno risentisse dell'influenza di siffatte circostanze, specialmente nel caso di processi globali quali l'impostazione e la successiva evoluzione delle direttrici idrografiche (Fig. 10). Restando nel merito dell'erosione operata dalle acque superficiali e correnti, si può osservare inoltre che essa ha agito diversamente

questi depositi non appaiono in attiva alimentazione. Seguono le frane di crollo tipiche dei dicchi emergenti (Rocca Pendice, Forche del Diavolo, ecc.). Si tratta di fenomeni franosi in buona parte predisposti dalla caratteristica fessurazione prismatica-colonnare delle rocce eruttive in cui essi avvengono. In materiali poco coerenti si riscontrano

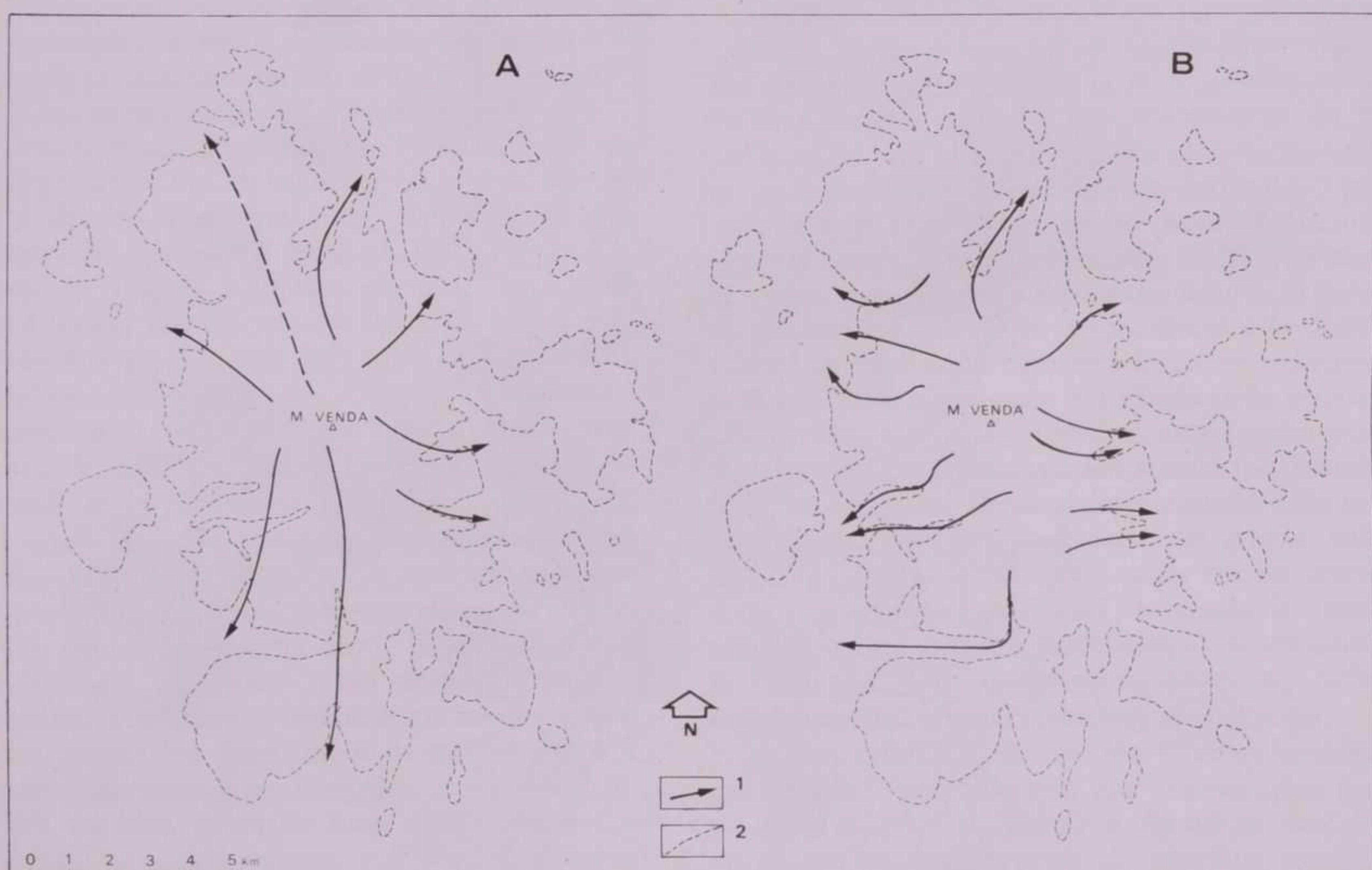


FIG. 10 - Schizzi delle principali direttrici idrografiche dei Colli Euganei: (A) situazione iniziale ricostruita in base alle indicazioni contenute in DE MARCHI (1905); (B) situazione attuale. Legenda: 1: Direttive del drenaggio superficiale, tratteggiata se incerta; 2: Attuale limite rilievo-pianura. Si noti l'evoluzione della simmetria dell'impianto idrografico che da radiale è divenuta speculare rispetto ad un asse all'incirca meridiano.

mente a seconda degli ambiti volta a volta interessati. Infatti in corrispondenza delle piramidi e dei coni è prevalsa l'erosione areale, evidenziando l'effetto conservativo esercitato da tali forme a causa dell'accentuata acclività dei versanti e della scarsa erodibilità delle rocce eruttive. Sullo «zoccolo sedimentario» invece, per motivi topografici e litologici opposti a quelli appena citati, è prevalsa l'erosione lineare, mettendo così in risalto la maggiore potenzialità morfodinamica di questa componente del rilievo nei confronti dello specifico agente erosivo.

Fra gli altri fenomeni che hanno intensamente concorso al modellamento subaereo vanno poi segnalati i processi gravitativi. La caduta di detrito, ad esempio, ha originato le potenti falde che fasciano le pendici dei coni eruttivi (M. Venda-M. Vendevolo-M. della Madonna). Attualmente però

anche casi di frane con movimento di tipo rotazionale, smottamenti e colate fangose di modeste dimensioni. La Fig. 11 illustra orientativamente la diffusione delle frane recenti e subrecenti. Non deve essere poi trascurato l'effetto lubrificante che possono aver svolto, soprattutto in passato, le marne e fors'anche i tufi nel facilitare, in opportune condizioni topografiche e climatiche, il sopravanzamento verso valle dei materiali franati⁽¹⁾.

⁽¹⁾ A tal proposito si segnalano i ritrovamenti di *boules* riolitiche poco ad Est di Boccon (ad opera di G.B. PELLEGRINI) e di *boules* trachitiche a Sud del Monte delle Forche (ad opera di A. GIRARDI e M.C. PASSADORE) di ancora dubbia interpretazione. Per esse infatti si potrebbe formulare l'ipotesi di relitti dei blocchi più avanzati appartenenti ad un franamento che aveva la sua zona di distacco molto più a monte. Si rimarca tuttavia che i dati attualmente in possesso non consentono ancora di escludere in via definitiva la possibilità che i suddetti blocchi sferoidali siano invece il prodotto dell'alterazione *in situ* della parte sommitale di apofisi «sottocutanee».

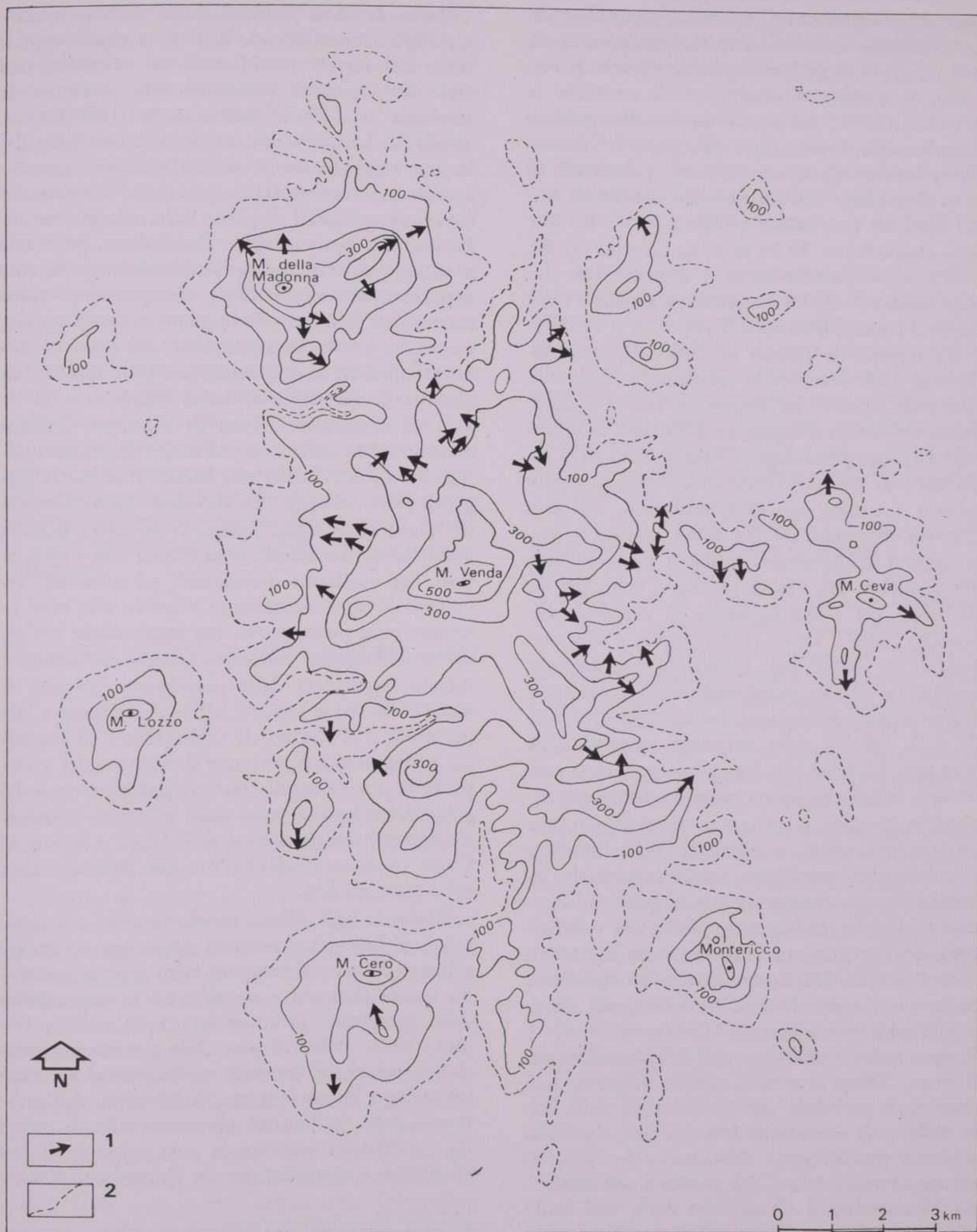


FIG. 11 - Schizzo orografico-localizzativo delle frane recenti e subrecenti dei Colli Euganei. La rappresentazione è parzialmente tratta dalla carta morfologica disegnata dalla SCHLARB (1961). Legenda: 1: Frana; 2: Attuale limite rilievo-pianura.

Notevole attenzione, per quanto concerne le fasi evolutive subaeree dell'intero gruppo collinare, va riservata alla presenza di numerosi lembi di superfici pianeggianti, articolati in vari ordini altitudinali. Si tratta in genere di piccoli terrazzi di versante, di spianate intervallive o di vetta che la SCHLARB (1961) ha estensivamente interpretato come vestigia di più ampie paleosuperfici di erosione, corrispondenti ad altrettanti paleolivelli di base. A giudizio dell'Autrice tale sistema di forme residuali può essere ordinato in tre distinte fasce altimetriche: 35-50 m s.l.m. (Livello Costa), 100 m s.l.m. (Livello Lozzo) e 200 m s.l.m. (Livello Lauri). Nella loro morfologia attuale i Colli Euganei porterebbero quindi impresso il risultato dell'alternanza di almeno tre fasi di quiete (durante le quali avveniva lo spianamento della cintura pedecollinare) ad altrettante fasi di sollevamento dell'intera compagine. Sulla base di criteri sedimentologico-pedologici l'Autrice data all'interglaciale Riss-Würm il limite cronologico superiore relativo all'ultima fase di spianamento. Pur non disconoscendo certo che il sistema euganeo sia stato oggetto di movimenti tetttonici successivi alla sua emersione dal «mare padano», come del resto aveva già avuto occasione di sostenere DE MARCHI (1905), DONÀ (1964) prima e ZANFERRARI *et al.* (1980) poi, hanno più recentemente manifestato alcune perplessità sia nei confronti dell'eccessivo schematismo del modello evolutivo sia della validità della datazione proposti dalla SCHLARB. Ricerche più dettagliate sembrano confermare infatti che buona parte dei lembi pianeggianti in questione è legata a cause strutturali (giacitura suborizzontale o periclinale delle formazioni sedimentarie stratificate, venute magmatiche localmente meno elevate rispetto a quelle adiacenti) e litologiche (diforme erodibilità dei vari litotipi). Solo un'aliquota limitata (meno del 10%) di essi sarebbe sicuramente dovuta ad erosione e comunque comprenderebbe soltanto quelli classificabili nel livello intermedio (CHIARION, 1966)⁽¹⁾. Bisogna infine considerare che le dislocazioni per frattura, diffuse a tutto l'edificio euganeo, rendono assai probabile che i movimenti delle zolle, nelle quali esso risulta frammentato, siano stati anche sensibilmente differenziati fra loro. È pertanto consigliabile molta prudenza nell'attribuire alle correlazioni altimetriche fra i vari lembi pianeggianti un preciso significato morfogenetico (ZANFERRARI *et al.*, 1980). In sostanza si sta affermando la convinzione che il processo evolutivo

sia stato più complesso ed articolato di quello elaborato dalla SCHLARB⁽²⁾.

Anche la fascia pedecollinare è fonte di interessanti spunti morfologici. Vi si nota infatti, soprattutto nei settori meridionale ed orientale, una serie di situazioni concordemente attestanti la tendenza al sovralluvionamento (MARINELLI, 1948)⁽³⁾. L'aspetto più evidente è costituito dal brusco raccordo tra il rilievo collinare, nel suo complesso, e la circostante pianura alluvionale. Le coperture colluviali al piede dei versanti sono infatti sottili, poco estese e discontinue, per cui è praticamente trascurabile l'attenuazione che esse apportano al secco diedro, che per ampi tratti caratterizza il limite rilievo-pianura. Quest'ultimo, in pianta, è sinuoso similmente alla linea di riva lungo una costa di sommersione. Molto spesso inoltre allo sbocco delle incisioni vallive si dura fatica nel riconoscere i coni di deiezione costruiti dalle alluvioni autoctone, ed anche dove questi ultimi sono più evidenti essi hanno ovunque la foglia di piatti ventagli che sfumano insensibilmente nel piano circostante. Lungo la fascia di pianura immediatamente adiacente al rilievo non è raro infine, nei quadranti meridionali ed orientali, imbattersi in lievi depressioni rispetto alle aree finitime, pure pianeggianti, ma leggermente più discoste dall'edificio collinare. Questa circostanza è tuttora confermata dalla persistente difficoltà di scolo delle acque superficiali (emblematico a tale proposito è il Bacino di Galzignano). Il paesaggio pedecollinare è pertanto il risultato del «sepellimento» di alcuni tratti vallivi inferiori e del piede del rilievo operato dalle alluvioni quaternarie deposte dai paleocorsi dell'Adige a Sud e ad Ovest (VEGGIANI, 1974)⁽⁴⁾ e del Bacchiglione e del Brenta ad Est.

Riguardo agli effetti morfoclimatici riscontrabili sugli Euganei si possono a tutt'oggi formulare soltanto delle considerazioni assai generiche essendo ancora lacunosa e puntiforme la disponibilità delle specifiche informazioni (LONA, 1957; COMEL, 1931, 1936). È plausibile tuttavia supporre che il regime dei processi morfogenetici sia stato influenzato in maniera non indifferente dall'andamento delle oscillazioni pluviometriche. È infatti da considerarsi scontata la concomitanza di fasi climatiche contraddistinte da abbondanti precipi-

⁽¹⁾ CHIARION B., 1966 - *Osservazioni morfologiche sui Colli Euganei*. Dissertazione di laurea inedita, Fac. Scienze, Univ. Padova.

⁽²⁾ A questo riguardo le acute deduzioni operate su basi morfologiche e idrografiche dal DE MARCHI (1905), se opportunamente calate in un quadro geologico regionale aggiornato possono costituire tuttora materia di feconda riflessione.

⁽³⁾ MARINELLI O., 1948 - *Atlante dei tipi geografici*, II ediz., I.G.M., Firenze.

⁽⁴⁾ VEGGIANI A., 1974 - *Le variazioni idrografiche del basso corso del Po negli ultimi 3000 anni*. Padusa, fasc. I e II, 22 pp., Rovigo.

tazioni e degli stadi di più intensa erosione dei solchi vallivi, le cui dimensioni appaiono sproporzionate rispetto alle odierni caratteristiche idrologiche della rete idrografica. Parimenti più intensa, durante i periodi maggiormente piovosi, deve essere stata inoltre la denudazione dei versanti ad opera delle frane e del soliflusso.

Si ritiene infine opportuno accennare all'azione antropica quale ulteriore ed assai efficace agente esogeno del modellamento euganeo. Infatti, anche se rispetto alla scala dei tempi geologici gli interventi operati dall'uomo hanno avuto una durata trascurabile, l'entità dei loro effetti è stata al contrario imponente. A titolo emblematico basterebbe ricordare come le conseguenze dell'intensa e diffusa attività estrattiva ne abbiano recentemente imposto la regolamentazione restrittiva. Ma nel contempo non bisogna dimenticare che l'uomo ha pure agito sul deflusso naturale delle acque (briglie, deviazioni, prese, ecc.), sulle pendenze dei versanti (terrazzamento a fini culturali, tagli stradali, sbancamenti per l'edilizia, ecc.) e sul manto vegetale (disbosramento) compromettendo, talvolta anche gravemente, la stabilità delle coperture superficiali.

LE ROCCE ERUTTIVE DEI COLLI EUGANEI

(Gp. DE VECCHI, R. DE PIERI, A. GREGNANIN,
e E. M. PICCIRILLO)

La Provincia Vulcanica Terziaria del Veneto, di cui i Colli Euganei fanno parte, costituisce un episodio singolare della storia evolutiva della catena alpina, in quanto è limitata ad un settore ristretto delle Alpi Meridionali.

I litotipi vulcanici più rappresentativi affioranti in quest'area sono costituiti da rioliti e trachiti e in minor misura da latiti e basalti. Negli Euganei è presente cioè una gamma di rocce eruttive che comprende sia tipi francamente persilicici che iposilicici. Sotto forma di inclusi si rinvengono anche rocce intrusive (graniti, granodioriti, sieniti e gabri) e metamorfiche (gneiss, anfiboliti e micaschisti).

La struttura dei materiali eruttivi acidi indica chiaramente che si tratta di rocce di origine subvulcanica, vale a dire rocce raffreddatesi sotto modesta copertura. I materiali emessi in forma di tufi o lava sono infatti scarsissimi. Abbondano invece i duomi, in qualche caso brecciati. L'aspetto tessiturale è pertanto quello tipico delle rocce vulcaniche, con masse di fondo afanitiche, talora vetrose, e quantità di fenocristalli variabili.

I prodotti eruttivi basici dell'Eocene superiore, diffusi per lo più nella parte centro-settentrionale del rilievo euganeo, sono rappresentati da lave

di colata più o meno compatte, spesso a fessurazione colonnare, da lave a cuscini, da ialoclastiti e da vari prodotti vulcanoclastici. L'ambiente di deposizione sottomarino è testimoniato dalla presenza di intercalazioni marnose, spesso con impronte di carico in corrispondenza dei *pillows*.

In questo periodo l'attività vulcanica nelle circostanti aree del Veneto risulta quiescente e le manifestazioni in oggetto possono rappresentare i prodromi dell'attività eruttiva oligocenica (riolitico-trachitica) nota e caratteristica nei Colli Euganei.

L'esame micro- e macroscopico dei litotipi basici permette di definirli a media cristallinità con massa di fondo da microcristallina ad africa, indice di colore variabile da 40 a 50; i fenocristalli sono in genere rappresentati da termini pirossenici scuri ed a volte sono sporadicamente visibili xenocristalli anortoclasici. Nelle rocce maggiormente alterate e nelle parti periferiche dei « pillows » sono evidenti amigdale riempite per lo più da carbonati ed a volte da zeoliti.

Nella tab. 1 viene riportata l'analisi media dei basalti di colata dell'Eocene superiore (media di 13 analisi, da DE VECCHI e SEDEA, 1974). I termini più comuni di questa attività sono rappresentati da latibasalti (andesinici ad olivina).

Altri corpi basici (M. Olivetto, M. Lovertino, M. Moscalbò) i cui rapporti di giacitura con le rocce incassanti sono di difficile interpretazione, non possono esser riferiti con sicurezza a questa fase vulcanica; per le loro caratteristiche strutturali potrebbero costituire corpi subvulcanici o canali di alimentazione di attività più recenti.

Le rioliti rappresentano forse il litotipo eruttivo più abbondante dei Colli Euganei, dove formano in gran parte i rilievi cupoliformi più tipici, quali il M. Venda, il M. Ventolone, il M. Rua, il M. Ortone. Si tratta di litotipi leggermente alcalini, eccezionalmente peralcalini (tab. 1), con una varietà di termini, continua ed indistinguibile, compresi tra tipiche rioliti persiliciche (ad esempio il M. Venda), fino a quarzo-trachiti (ad esempio la Rocca di Monselice, e Roccapendice).

Una tipica riolite alcalina persilicica è quella del M. Venda che appare bianca o leggermente giallina, piuttosto rugosa (*trachys* = rugoso) ed afanitica. Eccezionalmente si nota qualche fenocristallo di quarzo o di feldspato alcalino (sanidino sodico). Sulla sella del M. Baiamonte affiorano brecce e tufi di analoga composizione, con tonalità variabili dal bianco, al rosato, al verde pallido, al marroncino (resiniti). Lungo la strada Castelnovo-Torreglia, in località Settimo Cielo e più a valle, le rioliti persiliciche appaiono decisamente rosate, vetrose e fluidali. Analoghe a queste ultime sono quelle della cava di Baone sulle pendici

del M. Castello di Calaone, e di M. Piccolo. Tra le rare rioliti persiliciche con evidenti microfenocristalli di quarzo e feldspato alcalino, va ricordata quella del M. Peraro, bianca e fluidale.

Le rioliti alcaline presentano anch'esse scarsità di fenocristalli, pur se non in modo così diffuso come le varietà persiliciche descritte. Quando tali elementi compaiono sono costituiti di regola da feldspato alcalino (sanidino sodico) sporadicamente associato con rarissimi anortoclasiti, costituente degli occhietti tondeggianti simili a quelli delle trachiti. Questi fenocristalli risaltano poco sulla massa di fondo che presenta tonalità molto chiare (M. Rua, « Denti della Vecia » lungo la rotabile Castelnuovo-Boccon presso il ristorante, M. Ricco, M. Cinto). Al contrario ne sono prive le masse di M. Partizzon, Arquà Petrarca, M. Ortone ed i dossi a NE della conca di Galzignano. I fenocristalli di feldspato raramente sono a forma di tavoletta. Questa caratteristica si riscontra con bella evidenza nel corpo di M. Brusà, che taglia il fianco occidentale del M. Lonzina, località che va citata non solo per questa particolarità, ma soprattutto per la splendida fessurazione colonnare che si può ammirare in tutta la sua imponenza nelle due cave omonime. Fenocristalli analoghi, ancora su fondo rugoso bianco, sono presenti nella riolite alcalina di M. Orbieso.

Il passaggio verso le quarzo-trachiti (trachirioliti) si evidenzia macroscopicamente con la comparsa di rari e minimi fenocristalli scuri, di magnetite e di biotite e, naturalmente, con una crescente abbondanza di fenocristalli feldspatici.

Al microscopio, la massa di fondo di tutte le rioliti descritte, persiliciche e comuni, risulta in genere microcristallina, talora vetroférica. I componenti cristallini sono costituiti da sanidino sodico e da uno o due polimorfi della silice (quarzo e/o cristobalite α). La tridimite α è stata segnalata solo sotto forma di individui xenomorfi di grandezza paragonabile a quella di piccoli fenocristalli, e talora risulta trasformata in quarzo. Minerali accessori delle rioliti sono zirconi ed apatite.

Tra i litotipi di composizione riolitica di aspetto particolare, vanno annoverati i citati tufi, che affiorano, oltre che sul M. Baiamonte, anche sul dosso del M. Zogo tra Torreglia e Galzignano.

Associati a tali litotipi si trovano talora delle vere lave, visibili per esempio sulla strada che dal passo di M. Zogo si spinge verso gli alberghi siti ad oriente. Qui la roccia appare fortemente rosata, con una tessitura a bande di materiale ruvido alternato a più sottili livelli di materiale terroso, quasi soffiato. Rocce simili a queste ma legate ad una piccola cupola endogena si rinvengono nel valloncello a Sud di M. Alto. Qui il flusso della lava risulta concordante con la giacitura del

contatto e con la forma della cupola, ed il materiale vulcanico appare piceo e resinoso presso il contatto stesso, e molto fluitato nella parte centrale dove bande vetrose perlite, di color verde chiaro, si alternano a sottili letti soffiati terrosi di colore fortemente rosato.

Le lave più note sono però quelle affioranti presso le case rurali site 1 km a Ovest del Cataio, ai piedi del M. Spinefrasse. Qui la riolite appare bianca, con tonalità leggermente verdina, vetrosa a lucentezza resinosa (tipo perlite).

Le quarzotrachiti rappresentano il termine petrografico di transizione tra le rioliti e le trachiti. È ovvio dunque che l'aspetto e tutti i caratteri chimici e macroscopici siano intermedi tra i gruppi di rocce citati. Una tipica quarzotrachite è quella di Roccappendice, visibile per esempio alla curva della strada presso Castelnuovo, che si distingue tra l'altro per la presenza di minutissimi individui di quarzo ametistino. Altri dossi di questa composizione sono la Rocca di Monselice, il M. Oliveto di Montegrotto, il M. Altore sulle pendici meridionali di M. della Madonna e il M. Rusta. Le quarzotrachiti di M. Cero e di S. Daniele hanno caratteri più vicini a quelli delle rioliti.

È dunque impossibile distinguere macroscopicamente i tipi di transizione. Al microscopio tra i fenocristalli cominciano a comparire i plagioclasi di tipo oligoclasico; la biotite non è infrequente e risulta definibile come Mg-biotite; raramente si riconoscono pirosseni di tipo augitico ed anfibolo di tipo edenitico o orneblendico-edenitico. Comuni accessori sono apatite e zircone.

I fenocristalli di feldspato alcalino sono rappresentati da anortoclasiti, talora bordati da un sottile orlo periferico di sanidino sodico. Nella pasta di fondo i feldspati sono costituiti da sanidino sodico; sono accompagnati da uno o due polimorfi della silice (quarzo e/o cristobalite α), mentre la tridimite α si presenta come nelle rioliti sottoforma di individui ameboidi. Più abbondanti di quanto non si osservi nei fondi riolitici sono gli opachi (magnetite con ilmenite).

Tipiche trachiti euganee sono quelle che provengono dalle cave di Montemerlo e di Zovon. Quando sono fresche presentano una massa di fondo grigia, mentre se sono state soggette a lisciviazioni idrotermali appaiono giallo-aranciate fino a giallo-brune. Il primo tipo è detta « trachite fredda », il secondo « trachite calda ».

Sulla pasta di fondo citata risaltano occhi tondeggianti di feldspati costituiti in prevalenza da anortoclasio ed in minor misura da plagioclasio andesinico-oligoclasico. In genere il plagioclasio è abbastanza idiomorfo, isolato o in aggregati; meno spesso è avvolto dall'anortoclasio, il quale a sua volta è sempre zonato, con un sottilissimo

orlo di sanidino sodico. Questa zonatura si rileva anche sul campione macroscopico, e ciò probabilmente non solo per la presenza dei nuclei plagiocasici, ma anche per il fatto che la parte centrale dei fenocristalli di solo anortoclasio in genere è cribrosa.

I fenocristalli femici sono rappresentati da biotite, pirosseno ed anfibolo.

La biotite, presente in quantità relativamente abbondante, è una Mg-biotite, che si differenzia però sensibilmente come chimismo da quella delle rioliti.

I pirosseni, decisamente più rari della biotite, sono rappresentati da due varietà: la più frequente ha colore verde pallido e composizione augitica al limite con quella di una salite, e scarsi tenori in alluminio. La seconda varietà, che si rinviene solo saltuariamente e di solito al nucleo di quella verde, ha tinta leggermente bruna ed è un termine francamente augitico, più ricco di alluminio. L'anfibolo, di colore bruno e con chimismo di una kaersutite, è presente saltuariamente nelle trachiti ed in quantità nettamente ridotta rispetto al pirosseno. Apatite, zircone, magnetite ed ilmenite sono comuni minerali accessori in queste rocce. Nel fondo invece i femici sono rappresentati solo da magnetite ed ilmenite: la parte sialica è costituita di sanidino sodico, accompagnato da uno o due polimorfi della silice (quarzo e/o cristobalite α); il feldspato si presenta in genere con forme a tavoletta o prismatica-tozze, ma anche con forme xenomorfe.

La tridimita compare nelle forme cristalline ameboidi descritte per le rioliti, in parte trasformata in quarzo.

Altri affioramenti tipici di trachiti sono quelli di M. Lozzo, di M. Gemola e di M. Rosso; quest'ultima è una delle più basiche degli Euganei, assieme ad alcune varietà del M. Murale, che però sconfinano nel campo delle latiti.

Le latiti sono rocce eruttive del ciclo Euganeo meno note di quelle acide finora descritte; purtuttavia esse formano alcuni bei rilievi e la loro scarsa evidenza è forse da imputare alla qualità degli affioramenti ed alla loro non buona accessibilità. Sono rocce grigio-scure, talora picee e resinose, ricche di piccoli fenocristalli di pirosseno, di anfibolo e di plagioclasio. In qualche affioramento i fenocristalli più frequenti sono quelli anfibolici (M. Sengiari). Dal punto di vista petrografico si tratta di quarzo-latiti passanti a trachiti latitiche. Questi ultimi tipi sono meno scuri degli altri (M. Murale), con fenocristalli plagiocasici e subordinatamente anfibolici. Località tipo sono costituite dalle cave abbandonate di Baone, di Battaglia Terme e della « Mandria » (Montegrotto). Quelle del M. Sengiari sono piuttosto

sfatte. La quarzo-latite del laccolite di Baone presenta una massa di fondo microcristallina grigia, sulla quale spiccano fenocristalli di plagioclasio, augite, biotite ed orneblenda. Al microscopio si nota che tali fenocristalli sono accompagnati da altri fenocristalli, molto più piccoli, di quarzo e subordinatamente di anortoclasio. La massa di fondo ipocristallina, microgranulare o ialopilitica, è costituita da plagioclasio, pirosseno, anfibolo e biotite. Minerali accessori frequenti sono magnetite e apatite.

Molti filoni degli euganei presentano inoltre una composizione affine a quella delle latiti in masse (ad esempio il filone della sella M. Baiamonte-M. Venda).

Filoni ed apofisi costituiti da basalti alcali-olivinici, da ankaratriti e da più rare nefeliniti, questi ultimi con caratteri più o meno a tendenza lamprofirica, iniettano i corpi subvulcanici di età oligocenica.

TAB. 1 - Composizioni chimiche medie delle rocce eruttive dei Colli Euganei

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	48.32	56.28	60.20	63.97	67.01	71.33	75.37
TiO ₂	2.29	1.64	1.07	0.80	0.52	0.29	0.11
Al ₂ O ₃	14.30	16.28	16.68	16.69	16.70	14.93	13.18
Fe ₂ O ₃	5.40	3.54	3.40	2.80	1.81	1.33	0.85
FeO	4.36	3.46	1.72	1.14	0.73	0.41	0.20
MnO	0.12	0.12	0.12	0.08	0.05	0.05	0.02
MgO	7.08	3.43	1.42	1.08	0.54	0.27	0.15
CaO	8.15	5.28	3.95	2.27	0.95	0.49	0.21
Na ₂ O	3.56	4.35	5.24	5.26	4.80	4.35	3.97
K ₂ O	1.96	3.19	3.95	4.81	6.21	5.84	5.28
P ₂ O ₅	0.71	0.73	0.47	0.33	0.14	0.08	0.05
H ₂ O ⁺	2.51	1.83	1.96	0.72	0.61	0.85	0.64
CO ₂	—	—	—	—	—	—	—

100.06 100.13 100.18 99.95 100.07 100.22 100.03
 1 = latibasalti; 2 = latiti; 3 = latiti trachitiche; 4 = trachiti; 5 = quarzo-trachiti; 6 = rioliti alcalini; 7 = rioliti alcalini persiliciche.

Gli studi petrologici e geochimici effettuati in questi ultimi anni (DE VECCHI *et al.*, 1974, 1976 a e b; PICCIRILLO *et al.*, 1980) hanno permesso di caratterizzare l'origine dei fusi e di valutare i rapporti di interdipendenza tra prodotti acidi e basici. È caratteristica di questo distretto vulcanico veneto la bimodalità dei prodotti erutti mentre risultano piuttosto scarsi se non irrilevanti i prodotti intermedi (latiti).

Le vulcaniti euganee hanno origine molto profonda ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7028-0,7036$) e verosimilmente provengono dal mantello superiore (BARBIERI *et al.*, 1978).

Il modello generale di evoluzione che ora si prospetta è il seguente. Il mantello superiore, in seguito alla risalita delle isoterme, ha prodotto per fusione parziale dei magmi « basici ». L'ulteriore innalzamento delle isoterme ha altresì prodotto

una piccola frazione di fusi « acidi », per lo più trachitici e forse anche riolitici, probabilmente attraverso una fusione di mantello alcalinizzato o della base della crosta anch'essa trasformata dai fenomeni precedenti. I fusi basici sarebbero in gran parte risaliti velocemente in superficie, mentre i fusi acidi, più viscosi, si sarebbero fermati a raffreddare in parte in zone superficiali, dando luogo ad una serie di cristallizzazioni e di sottoprodotti di vario genere, con caratteristiche mineralogiche di bassa pressione, ma con l'impronta isotopica originaria. È probabile che questo processo non abbia generato un unico magma « trachitico » genitore della serie « euganea », ma piuttosto due magmi genitori, l'uno « trachitico », l'altro « riolitico ». Ciò è suggerito da un piccolo gap chimico esistente tra i due gruppi di rocce acide omonime, dall'ordine di messa in posto e dalla frequente afiricità delle rioliti.

Per concludere il vulcanismo terziario veneto e in particolare quello euganeo va inquadrato nell'ambito di un processo tettonico distensivo, pur verificandosi in un periodo di grandi eventi dinamici compressivi alpini.

INDAGINI GEOFISICHE DELL'AREA EUGANEA

(A. NORINELLI)

Un contributo notevole alla conoscenza della geologia euganea è stato apportato dall'impiego di diverse metodologie geofisiche, gravimetrica, magnetica, geoelettrica, magnetotellurica, geotermica e radiometrica.

Dato il carattere della presente nota, ritengo opportuno sintetizzare il contenuto, i fini e i limiti di ciascun metodo.

Il gravimetrico consiste nel determinare le anomalie della gravità, la quale, essendo dovuta, come noto, quasi integralmente all'attrazione della massa della Terra, se questa presenta negli strati più superficiali una distribuzione anomala di densità darà valori anomali rispetto al valore teorico, calcolato con una formula che si ottiene ipotizzando la Terra di densità uniforme. Questo metodo permette quindi di individuare i corpi con densità in eccesso o in difetto, come ad esempio, nel bacino euganeo, i corpi eruttivi sepolti la cui densità è superiore a quella del materasso alluvionale che li ricopre. Interessa naturalmente conoscere di codesti corpi la profondità, la forma, la densità. I risultati gravimetrici da soli non consentono di rispondere ai tre quesiti; la risposta può essere univoca solo se altre informazioni, o geofisiche o geologiche, restringono il

campo di variabilità dei tre predetti parametri. Con tale metodo però si individuano in modo inequivocabile le zone anomale.

È molto significativa la carta delle isoanomale di Bouguer del distretto euganeo riportata in Fig. 12 (ILICETO e NORINELLI, in PICCOLI *et al.*, 1976).

Il metodo magnetico dà risultati significativi laddove esiste un contrasto nelle proprietà magnetiche. Le rocce eruttive presentano una suscettività magnetica nettamente diversa da quelle sedimentarie, e pertanto nel bacino euganeo il magnetico può essere considerato un metodo di indagine ad alto potere risolutivo.

Nel distretto euganeo sono state effettuate misure magnetiche sia a terra che con strumenti aeromagnetici. Quelle eseguite a terra sono condizionate principalmente dagli insediamenti umani e dal terreno, i primi in quanto costringono a starne lontani per i forti disturbi che originano, il secondo perché non consente talvolta, a causa delle asperità, di raggiungere tutti i posti desiderati: si ha quindi una distribuzione non omogenea delle stazioni.

Il rilievo aeromagnetico permette di ottenere con la frequenza voluta e quindi con distribuzione omogenea i dati magnetici. Per il fatto che le rocce eruttive hanno una suscettività magnetica notevolmente maggiore delle sedimentarie, nel rilievo aeromagnetico gli effetti delle prime sono « osservati » dal sensore magnetico aerotrasportato come se i sedimenti non esistessero affatto. Ma con l'aumentare della quota di volo diminuisce sia l'ampiezza dell'anomalia sia il dettaglio: ha luogo infatti una interferenza tra le anomalie delle strutture vicine, anche se disposte a diversi livelli ipsometrici, e una integrazione che è tanto più grande quanto più i corpi sono tra loro vicini rispetto alla distanza del sensore.

Per cui è possibile, per una certa quota di volo, chiamare struttura l'insieme di corpi magnetici sufficientemente vicini da dar luogo ad una sola anomalia sul piano di volo. Queste considerazioni sono molto importanti ai fini interpretativi delle anomalie.

Inoltre, nel bacino euganeo, il basamento costituito da scisti cristallini, in prevalenza filladi quarzifere, presenta una suscettività magnetica, determinata su campioni e su formazioni, molto bassa rispetto alle rocce eruttive sovrastanti, nel rapporto di oltre 1 : 100. Per cui il rilievo aeromagnetico ha messo in evidenza soltanto le vulcaniti, che mascherano sostanzialmente il debole magnetismo sottostante, dato che la copertura quaternaria al confronto non è magnetica.

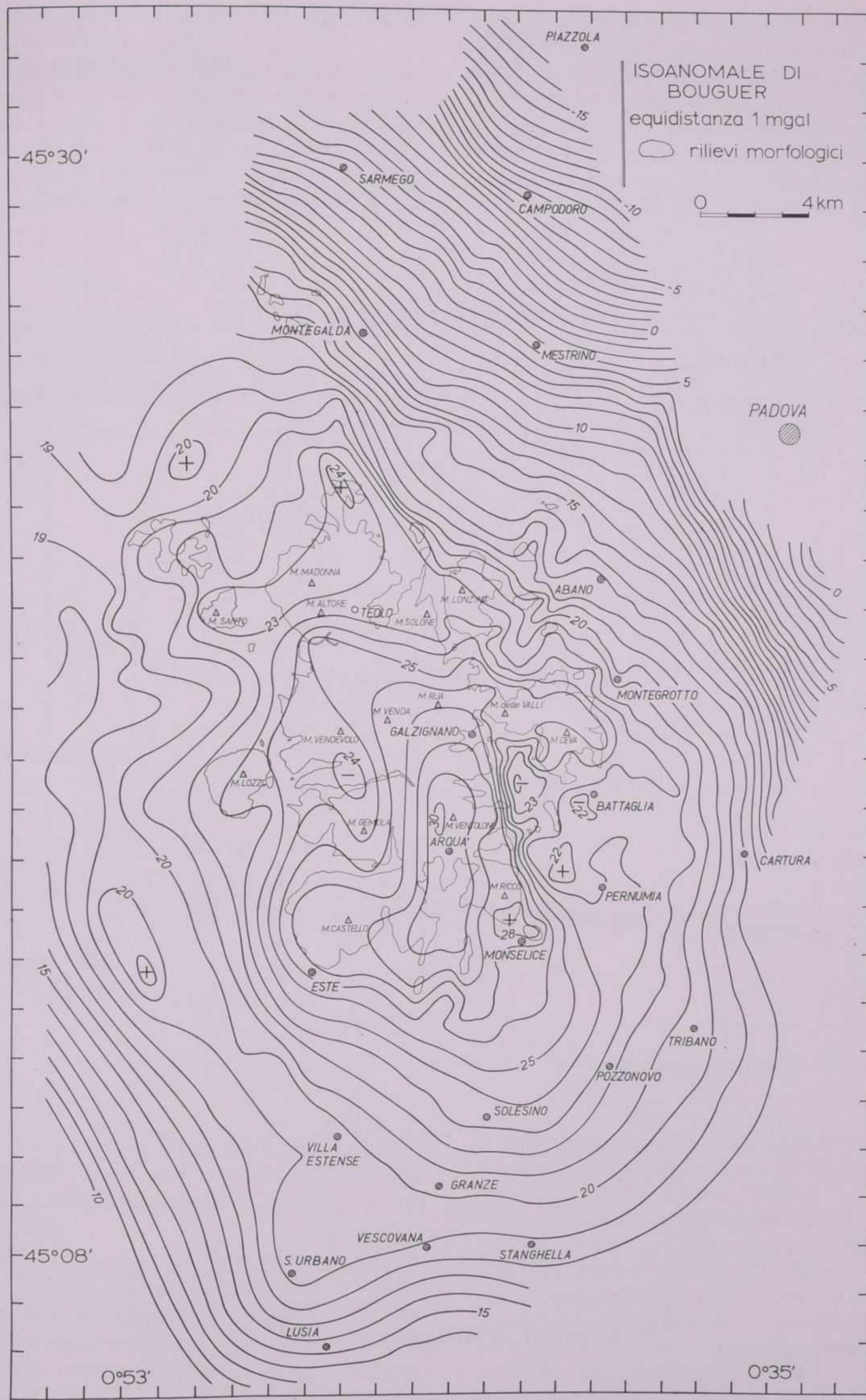


FIG. 12 - Situazione gravimetrica dell'area euganea.

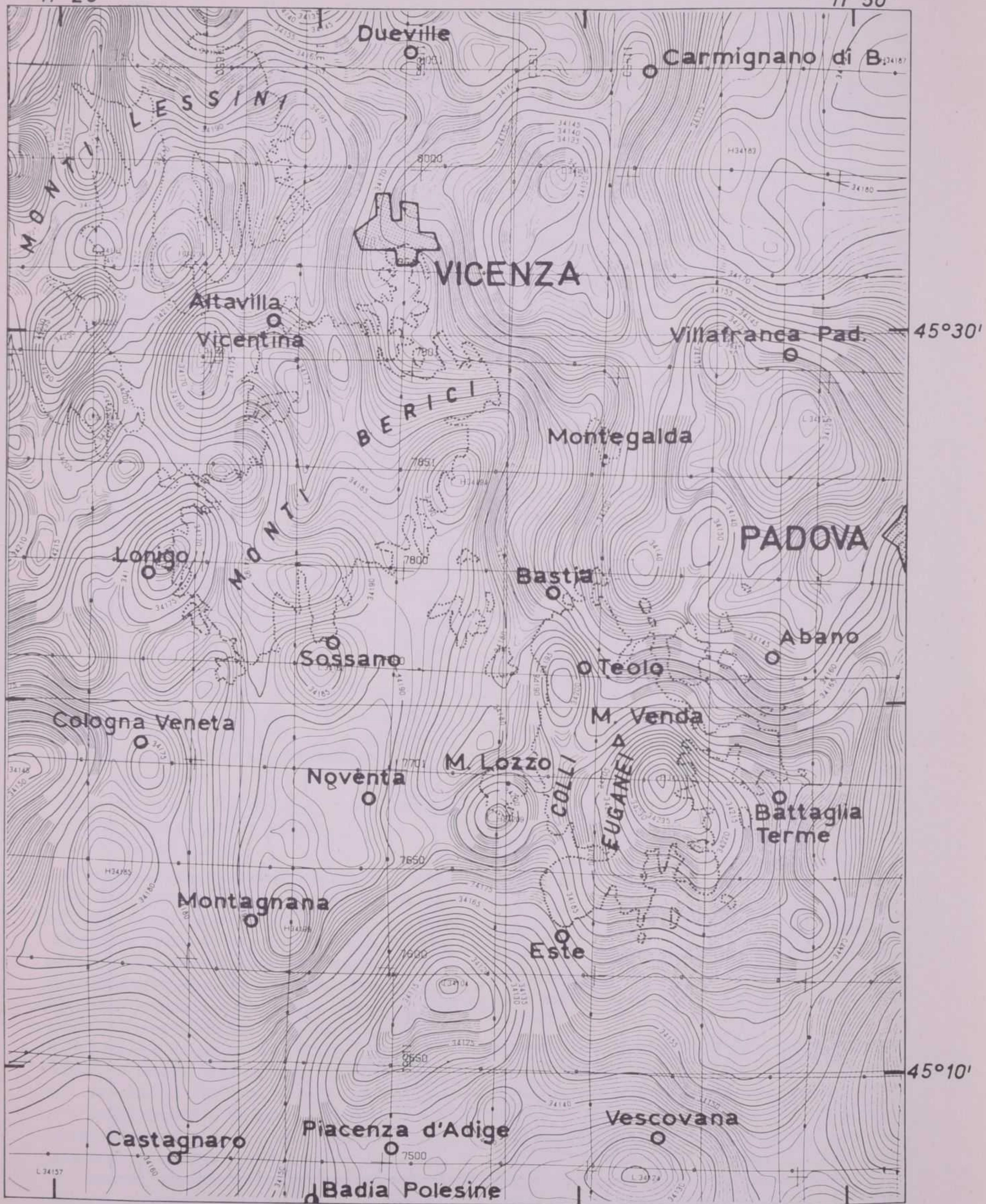


FIG. 13 - Carta delle anomalie aeromagnetiche (L'equidistanza delle isoanomale è di 1 gamma; L = Low, H = High).

Scala 1 : 250.000

I dati osservati dall'aereo sono riportati in Fig. 13 (NORINELLI, 1979).

Le misure magnetiche effettuate a terra offrono il vantaggio di consentire indagini di grande dettaglio. Tale indagine è stata condotta su alcune masse basaltiche dei Colli Euganei, Monti Berici e Lessini al fine di riconoscere se in esse vi fossero o meno condotti lavici. Le misure magnetiche ne

formazioni geologiche disponibili o disponendo di dati di taratura, è possibile conoscere la situazione stratigrafica del sottosuolo.

Anche in altre situazioni più complesse il metodo geoelettrico porta a elettrostratigrafie del sottosuolo abbastanza soddisfacenti. Un esempio di sezione elettrostratigrafica si ha nella Fig. 14 (NORINELLI, 1964). Con metodologia geoelettrica

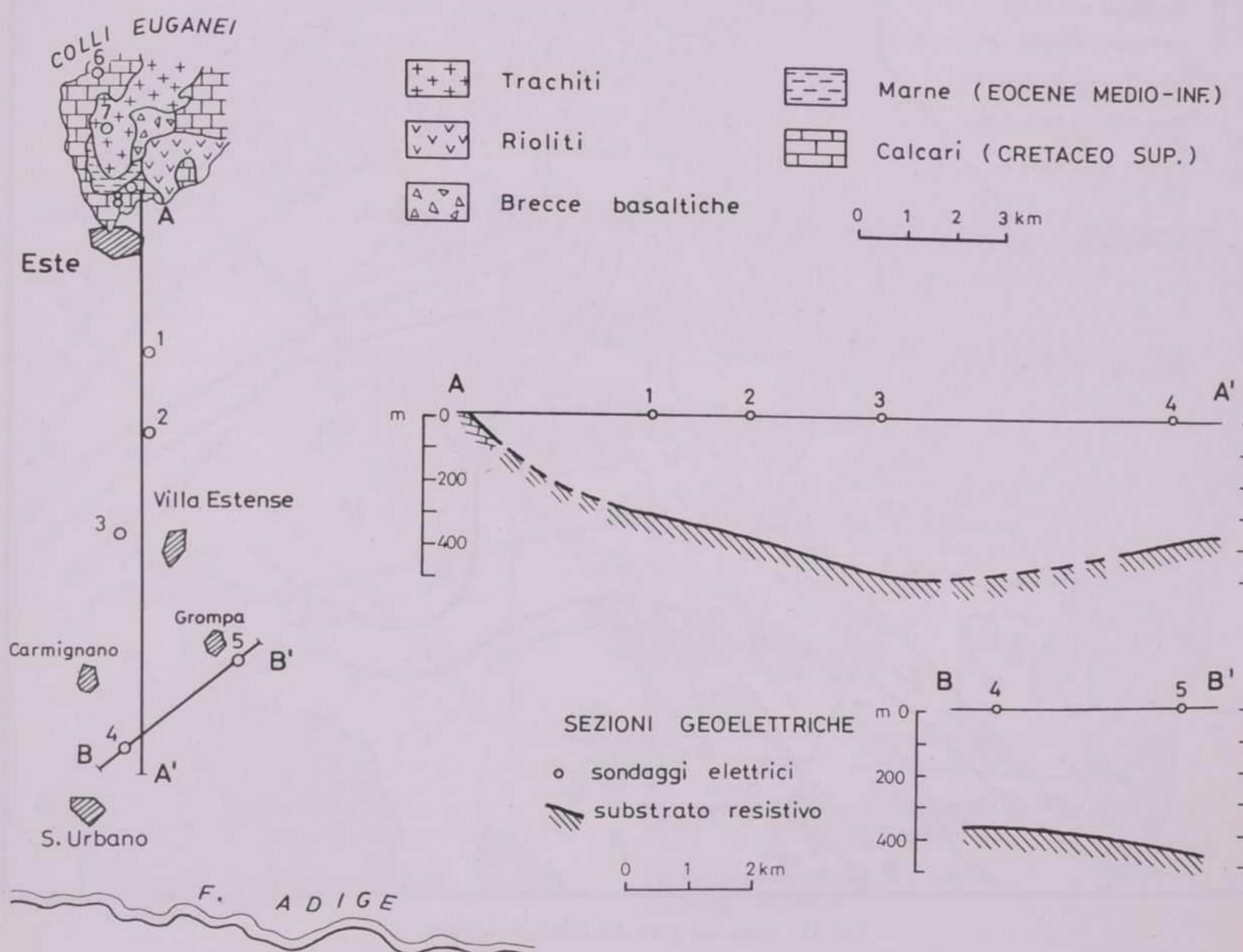


FIG. 14 - Ubicazione dei sondaggi elettrici e andamento del substrato resistivo dedotto dai sondaggi elettrici.

hanno messo in luce la presenza anche in quei casi nei quali questa non risultava del tutto evidente da osservazioni geologiche (ILICETO e NORINELLI, 1969).

Altro metodo usato è il geoelettrico, sensu stricto. Con tale metodo si determina la resistività elettrica del sottosuolo misurando, tra due elettrodi piantati nel terreno, la tensione provocata da una corrente elettrica immessa nel sottosuolo mediante altri due elettrodi. La resistività, per un terreno stratificato, è funzione soltanto della profondità; per cui è possibile conoscere la profondità delle interfacce e, alla luce delle in-

è stata riconosciuta una serie di faglie tra i Colli Euganei e i Monti Berici, come mostra la Fig. 15 (BENVENUTI e NORINELLI, 1969).

Anche il metodo magnetotellurico è stato impiegato nel distretto eruttivo euganeo. Essendo, tra i metodi geofisici, quello più recente e quindi per questo forse meno noto, penso sia opportuno spendere qualche parola in più per spiegare almeno l'essenza.

È stato accertato che sulla Terra esistono correnti naturali, dette telluriche, varianti in modo irregolare nel tempo e che investono vaste regioni. Il campo magnetico terrestre presenta esso pure delle variazioni nel tempo. È stato osservato

che queste variazioni hanno lo stesso andamento di quelle telluriche: i due fenomeni sono in realtà un unico fenomeno, la propagazione del campo elettromagnetico naturale nel terreno la cui sorgente viene collocata nella ionosfera.

Anche il metodo geoelettrico, come prima visto, fornisce la resistività elettrica del sottosuolo; ma il magnetotellurico, a differenza del precedente, permette di investigare a profondità notevolmente maggiori.

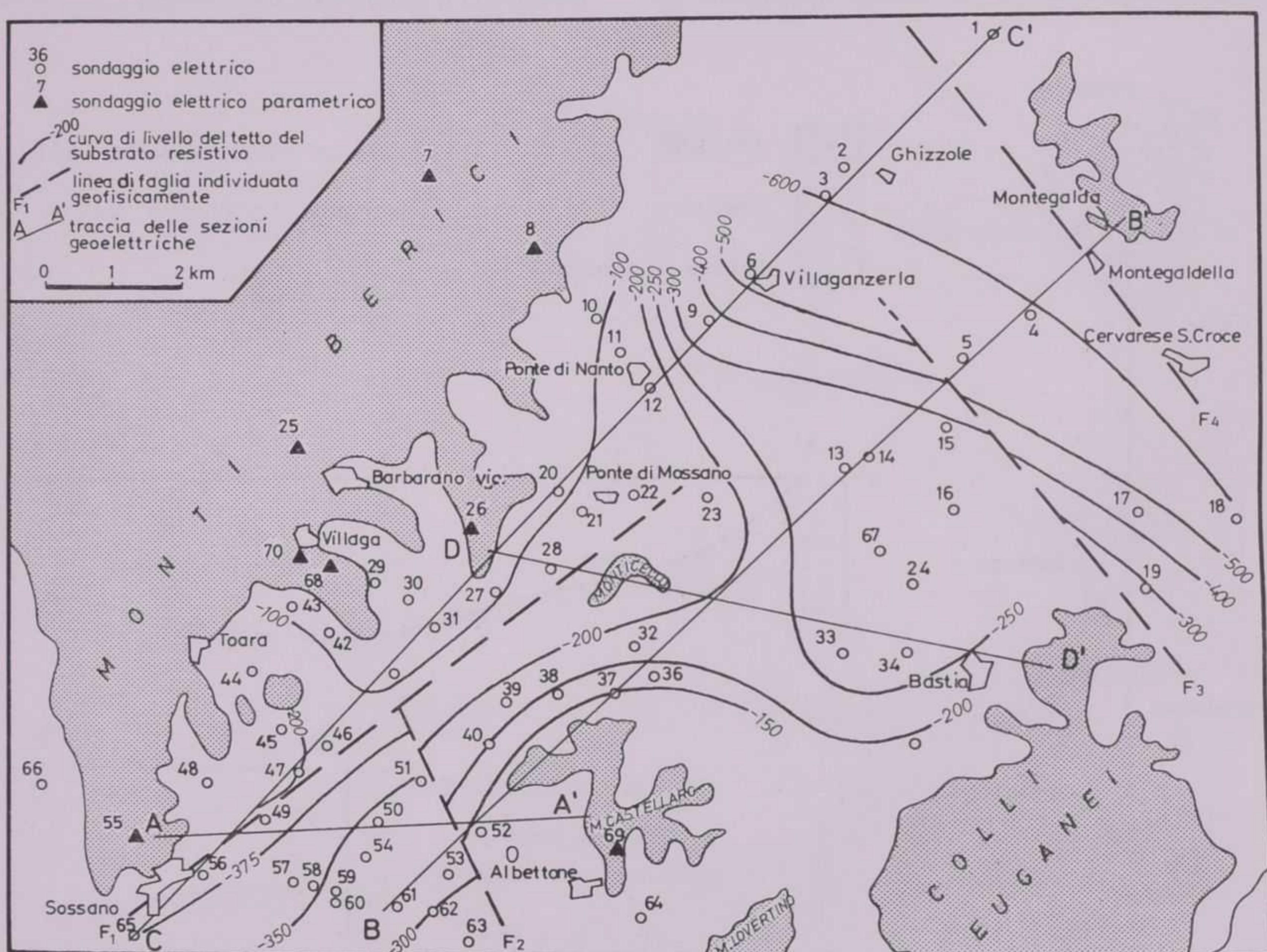


FIG. 15 - Carta del tetto del substrato resistivo.

Il campo elettrico, causa delle correnti telluriche, e il campo magnetico, che le induce, sono legati dalle leggi dell'elettromagnetismo, perciò è possibile stabilire delle relazioni tra le proprietà del mezzo in cui avviene la propagazione, cioè il terreno, e le grandezze elettromagnetiche.

Il metodo magnetotellurico si basa sul legame esistente tra i campi magnetico e tellurico e alcune proprietà fisiche del sottosuolo.

Sul terreno si misurano tre componenti del campo magnetico (H_x , H_y e H_z) e due del campo elettrico (E_x , E_y); tra i parametri che si possono determinare il principale è la resistività elettrica del sottosuolo.

Per quanto riguarda i Colli Euganei l'impiego è avvenuto nelle aree perimetrali, volto alla risoluzione di questioni tettonico-stratigrafiche. I risultati hanno portato ad un modello strutturale del sottosuolo riportato in Fig. 16 (DUPIS, ILICETO e NORINELLI, 1972). È stato così riconosciuta la continuità, oltre i Colli Euganei, della faglia Schio-Vicenza.

Il complesso delle misure geoelettriche e magnetotelluriche ha accertato la presenza, nel materasso alluvionale che circonda gli Euganei, di un livello conduttore di notevole potenza, anche se variabile secondo i luoghi, posto a media profondità. Tale livello, avente una resistività di

circa $5 \Omega m$, è situato tra i sedimenti superficiali e grossolani con spessore dell'ordine di un centinaio di metri ed il *bed-rock* resistivo, la cui natura e profondità possono essere molto variabili a causa della complessità tettonica del bacino euganeo.

grossso modo NW-SE, come appare chiaro in Fig. 12.

L'anomalia di Bouguer raggiunge il suo valore massimo, molto localizzato, di + 30 mgal proprio nella parte centrale dell'area euganea. L'intero rilievo euganeo è compreso dall'isoanomala

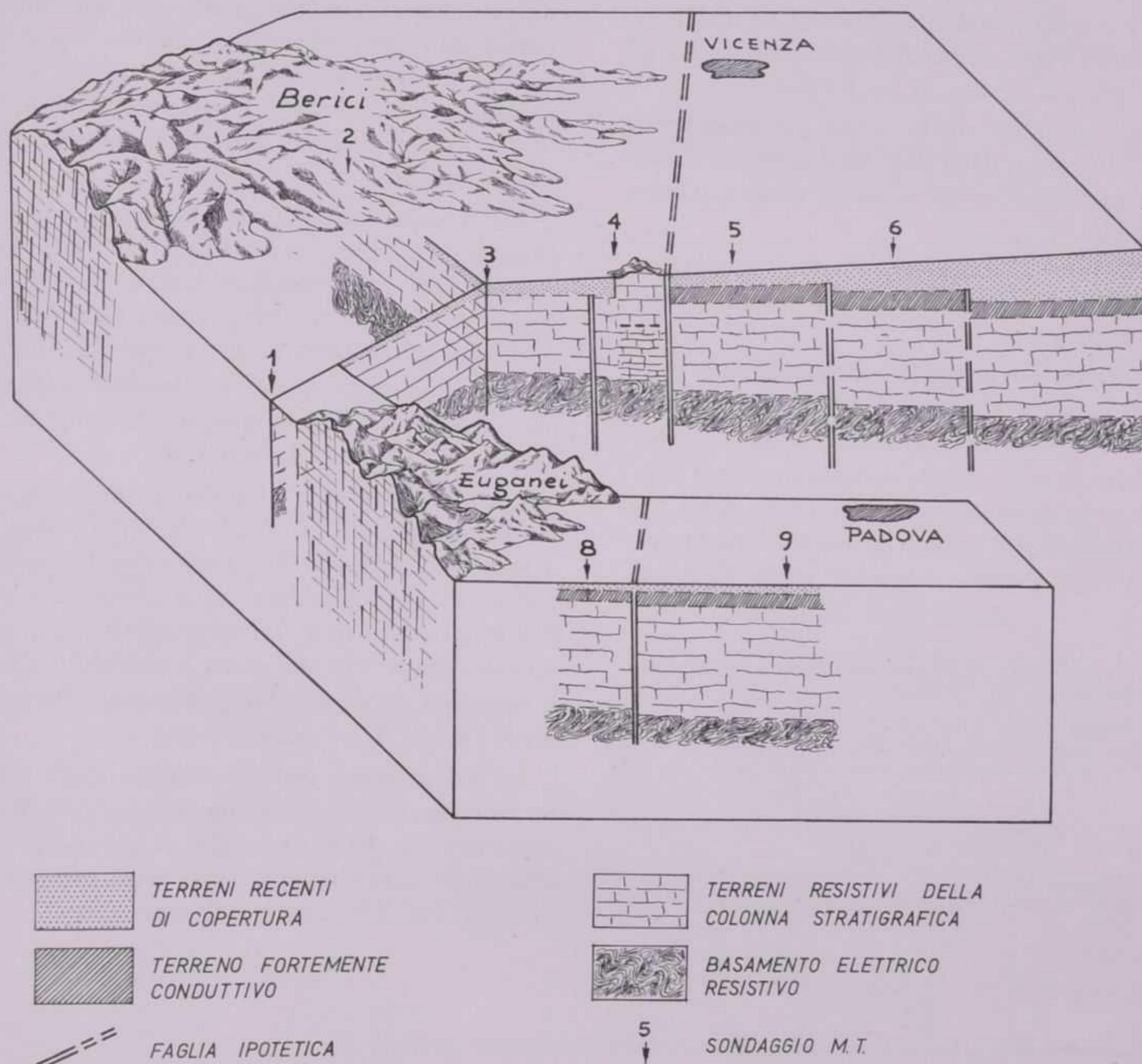


FIG. 16 - Stereogramma strutturale secondo le misure magnetotelluriche.

Alle risultanze dei vari rilievi leggibili sulle figure già riportate, si possono aggiungere i commenti alla Fig. 12, per la zona che riguarda gli Euganei, tratti dal lavoro di ILICETO e NORINELLI (in PICCOLI *et al.*, 1976).

L'area euganea, assieme ai monti Berici e Lessini, costituisce, come è noto, la zona veneta di massimo gravimetrico. I valori positivi delle isoanomale di Bouguer, che si spingono appena oltre il lago di Garda, racchiudono l'intera dorsale euganeo-berico-lessinea in un'ampia ellisse disposta

+ 20 mgal che contorna anche buona parte della probabile estensione, sotto le alluvioni quaternarie, dell'intero complesso roccioso. Poi radialmente, ma molto più rapidamente in direzione di Padova, i valori dell'anomalia precipitano verso forti valori negativi della pianura padana e veneta.

Il passaggio alle zone marginali del rilievo euganeo avviene mediante un forte gradiente gravimetrico che contorna peraltro l'intera dorsale euganeo-berico-lessinea. Ciò permette di riconoscere una unità di comportamento dell'intero distretto eruttivo euganeo così dissimile e complesso invece sotto l'aspetto geologico e petrografico.

Diversi Autori (MORELLI, 1951; CLOSS, 1969⁽¹⁾; CARROZZO e MOSETTI, 1968⁽²⁾) hanno ricercato la causa di questa forte anomalia positiva della gravità ipotizzando la presenza di una massa molto densa posta ad una profondità di 30-40 km.

In base a ricerche sismiche (GIESE e MORELLI, 1975)⁽³⁾ e sismologiche (BOSSOLASCO *et al.*, 1974)⁽⁴⁾ sembra avvalorata l'ipotesi di un arcuamento verso l'alto della Moho, situato sotto gli Euganei a circa 30 km di profondità.

L'interpretazione della carta aeromagnetica (Fig. 13) integrata dagli altri dati geofisici disponibili porta a risultati interessanti, quali appaiono nella Fig. 17.

Riassumo qui le considerazioni svolte nella precedente Memoria (NORINELLI, 1979) per comodità del lettore.

È opportuno estendere le considerazioni a tutto il distretto euganeo-berico a motivo dell'esistenza di due diversi tipi di vulcanesimo. Sulla carta delle isogamme possono essere distinte due zone principali, di stile magnetico diverso: l'area degli Euganei, con anomalie strette ed intense che arrivano anche a 100 gamma, e la zona dei Berici, o più

⁽¹⁾ CLOSS H., 1969 - *Explosion seismic studies in Western Europe*. Am. Geoph. Un., Washington.

⁽²⁾ CARROZZO M.T., MOSETTI F., 1968 - *Filtering of Bouguer map and frequency distribution of gravimetric anomalies in the northern Italy*. Boll. Geof. Teor. Appl. vol. X, n. 40.

⁽³⁾ GIESE P. e MORELLI C., 1975 - *Crustal structure in Italy*. Quad. Ric. Scient., C.N.R., v. 90.

⁽⁴⁾ BOSSOLASCO M., EVA C. e PASQUALE V., 1974 - *On Seismotectonics of the Alps and Northern Apennines*. Riv. It. Geof., v. 33.

in generale la zona di Vicenza, con anomalie pure strette, ma di intensità debole dell'ordine di 10÷30 gamma.

Sugli Euganei (Fig. 17) il punto alto A₁ è centrato su tre anomalie magnetiche puntuali, nei pressi di Teolo, del Monte Lozzo e del Monte Venda, di una sessantina di gamma di intensità. Esse, bene individuate, sono da attribuirsi a camini vulcanici o a grandi filoni. L'interpretazione per abachi (compartimento infinito verso il basso) ha portato ad indicare per questi corpi un contrasto di suscettività magnetica da $3000 \div 4000 \times 10^{-6}$ u.e.m. (CGS). Questo corrisponde a zone molto basiche.

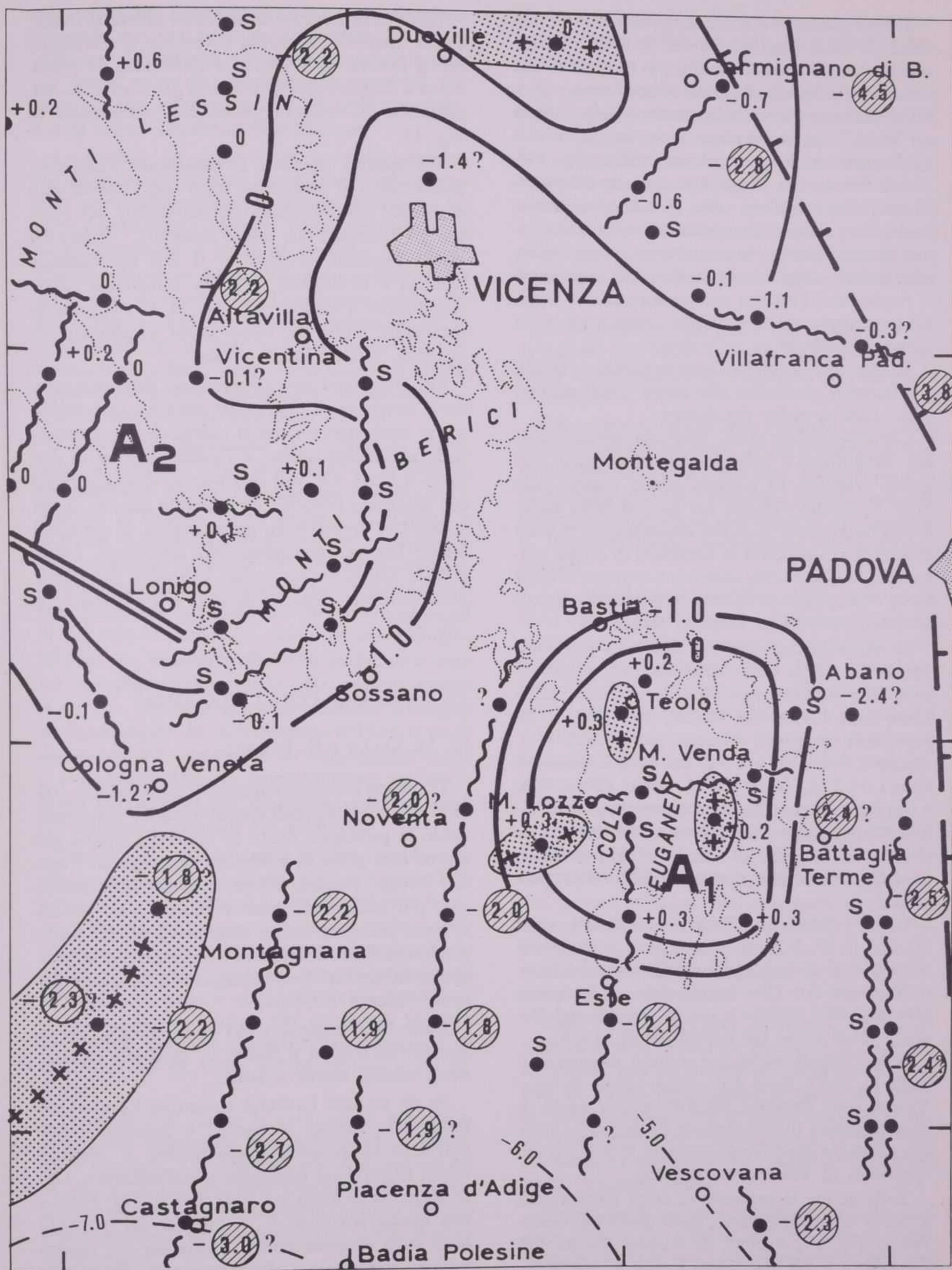
Nella zona di Vicenza-Lonigo il punto A₂ (Fig. 17) è messo in evidenza da una serie di anomalie di corta lunghezza d'onda e di debole intensità (dai 10 ai 30 gamma) orientate Nord-Sud, che potrebbero essere dovute ad un vulcanesimo costituito da colate basaltiche (il contrasto di suscettività magnetica è compresa tra i 1000 e i 2000×10^{-6} u.e.m.).

Questa situazione rispecchia la geologia dell'area (vedasi PICCOLI *et al.*, 1976, pag. 14): « Dopo un periodo di quiete (Eocene superiore) nel corso dell'Oligocene si è avuta una ripresa dell'attività eruttiva, i cui prodotti sono rappresentati soprattutto da rocce basaltiche costituenti il riempimento di numerosi diatremi, che attraversano l'intera serie sedimentaria ».

La orientazione caotica assunta dagli elementi ferromagnetici giustifica una diminuzione della magnetizzazione delle rocce che si manifesta nel rilevamento aeromagnetico con una corrispondente diminuzione d'intensità dell'anomalia.

0	isobata probabile del complesso magmatico terziario
w	contatto magnetico (faglia?)
— —	discontinuità magnetica
S	profondità indeterminata
?	profondità molto dubbia
+++	asse della struttura magnetica
●	corpo magnetico intrasedimentario
— —	faglia (i trattini perpendicolari sono rivolti verso la parte abbassata)
2 2	profondità probabile di livelli magnetici triassici
-1.0 -	isobata probabile del basamento magnetico

(Le profondità sono espresse in km, a partire dal livello del mare)



Scala 1 : 250.000

FIG. 17 - Carta interpretativa del rilievo aeromagnetico. Spiegazione dei simboli nella pagina precedente.

Le tre anomalie a corta lunghezza d'onda dell'alto A₁ degli Euganei, su cui si è detto, sono sovrapposte ad anomalie molto più importanti che riflettono l'influenza di grandi masse; queste anomalie hanno portato alla costruzione delle isobate - 1 km e 0 km, racchiudenti in modo concentrico gli Euganei nel loro complesso (vedasi Fig. 17). Si può dire che gli Euganei presentano dal punto di vista magnetico una unità di comportamento: le singole e diverse formazioni si comportano come se costituissero una unica unità geologica, mediamente omogenea sotto l'aspetto magnetico.

Anche sotto l'aspetto gravimetrico i Colli Euganei presentano carattere unitario, come è già stato messo in evidenza in precedenza.

Il fatto che il rilievo aeromagnetico e quello gravimetrico conducano alle stesse considerazioni è un risultato molto significativo.

L'interpretazione delle anomalie aeromagnetiche ha portato a delineare alcuni contatti magnetici (faglie?), in numero esiguo rispetto alle linee tettoniche indicate dai geologi nella zona. È appena il caso di ricordare che non tutte le linee tettoniche si traducono in variazioni di campo magnetico, in quanto che, anche se a contatto vi sono rocce a composizione diversa, praticamente uguali possono essere sotto l'aspetto magnetico.

Le direttrici risultanti dai dati magnetici sono per lo più quelle delle tettoniche interessanti il complesso euganeo, cioè NE-SW (direzione della Linea della Riviera dei Berici), E-W e N-S. In particolare un gruppo orientato grosso modo N-S, situato a Sud, a SE e a SW dei Colli Euganei ed ancora tra il M. Venda e il M. Lozzo, corrisponde a una delle direttrici tettoniche prevalenti nei Colli al tempo degli eventi magmatici del secondo ciclo eruttivo (cfr. PICCOLI *et al.*, 1976, pag. 155); un contatto approssimativamente E-W attraversa i Colli.

Nella regione dei Berici le direzioni sono NE-SW, E-W, N-S: riflettono forse le situazioni tettoniche al momento del manifestarsi del fenomeno magmatico. (Per quanto riguarda il sistema tettonico della regione e più in generale del Veneto, vedasi anche DE ZANCHE *et al.*, 1976).

Sono evidenti anche due contatti magnetici (o faglie?), uno a Nord della congiungente Padova-Vicenza, con direzione NE-SW, grosso modo in corrispondenza di Carmignano di Brenta ed uno, con direzione approssimativamente E-W, in corrispondenza di Villafranca Padovana.

È da notare la presenza di corpi magnetizzati a livello intrasedimentario, quali quelli rappresentati in Fig. 17, a Nord di Vicenza (in località Dueville) e a SW dei Monti Berici, in corrispondenza all'incirca di Cologna Veneta e protendendosi verso SW.

Sono state localizzate probabili vulcaniti triassiche nei pressi di Altavilla Vicentina, di Carmignano di Brenta, di Villafranca Padovana; in prevalenza a Sud del parallelo per il M. Venda. La posizione e le singole profondità compaiono in Fig. 17.

Per quanto riguarda il basamento magnetico, alcuni valori di profondità sono stati ottenuti solo ai margini del complesso euganeo-berico, per i motivi già precisati, con quote probabili - 5 km nel tratto Vescovana-Rovigo, - 6 km tra Piacenza d'Adige e Lendinara, - 7 km nella zona Castagnaro-Badia Polesine; ad Est di Montegalda la profondità probabile, determinata su parassiti industriali, è risultata di -6 km.

Un altro risultato, proveniente dall'interpretazione integrata dei vari dati geofisici disponibili, molto interessante e che si ritiene di dover mettere in particolare risalto, è l'individuazione di due faglie a Nord e a Sud di Padova: quella a Nord con direzione NW-SE, di notevole rigetto, il cui andamento corrisponde, grosso modo, al corso del Fiume Brenta, immaginandolo rettificato; l'altra a Sud, con direzione quasi N-S, che si estende dalla periferia della città sino a Conselve (cfr. Fig. 17).

LE CAVE DEI COLLI EUGANEI

(E. DI LALLO e R. SEDEA)

Il gruppo collinare euganeo è stato sede di attività estrattiva fin dall'epoca romana, rappresentando la principale fonte di materiali lapidei per alcune aree prive di rilievi montuosi come Venezia, Rovigo, Ferrara, Mantova, o per altre ancora che, pur includendo zone collinari, sono povere di rocce sufficientemente consistenti per le costruzioni o facilmente lavorabili (ad esempio le zone appenniniche emiliano-romagnole e in parte Verona, Vicenza e Udine).

Dalle cave euganee sono state estratte prevalentemente trachiti e rioliti, e, in modo subordinato, calcari, marne e latiti.

Se da un lato l'attività estrattiva ha prodotto innegabili vantaggi economici e benefici sociali, dall'altro ha provocato appariscenti e rilevanti effetti negativi sul paesaggio e sull'ambiente. Con la legge dello Stato n. 1097 del 29/11/1971 e con quella regionale L. R. n. 36 del 17/4/75 sono state emanate norme finalizzate alla conservazione ambientale e alla salvaguardia del paesaggio euganeo, attraverso la regolamentazione dell'attività estrattiva. È stata imposta la cessazione

dell'attività per tutte quelle cave che producevano materiali « vili »; è stato subordinato il proseguimento dell'attività estrattiva a precise norme per quelle cave che producevano materiali per cemento, per calce e trachite da taglio pregiata; è stata vietata l'apertura di nuove cave.

La trachite da taglio è un materiale pregiato che ha avuto da sempre una primaria importanza nella storia dell'architettura veneta. Nell'epoca romana trovò largo impiego nella costruzione di ponti, acquedotti e lastricati stradali; nel Medio Evo fu adoperata nella realizzazione delle porte delle città, di colonne, archi e basamenti di edifici e chiese. Nel periodo rinascimentale e in quelli successivi la trachite venne usata nella costruzione di edifici, nella pavimentazione di vie e piazze; fu inoltre impiegata a fini decorativi e, a volte, anche nel settore della statuaria.

Le cave più importanti di trachite da taglio, detta in termini locali « masegna », si trovano attualmente a Zovon, Montemerlo e presso Montegrotto in località Turri; anche il M. Lispida e la Rocca di Monselice in passato ne fornirono ingenti quantità. La roccia si presenta generalmente con fessurazione colonnare ben spaziata, regolare, in prismi naturali, tali da fornire elementi di dimensioni sufficienti per ottenere manufatti lavorati. Le caratteristiche meccaniche sono ottime e comparabili a quelle dei migliori graniti (CALVINO, 1969 b); con tale materiale si eseguono lastre segate da rivestimento, lucidate o variamente scolpite, cordonate da marciapiede, « selci » quadrangolari da pavimentazione pedonale, bugni o bolognini per murature, conci ed anelli per serbatoi industriali per acidi, etc.

La trachite non idonea a fornire blocchi utili alla produzione di manufatti lavorati a causa delle sue condizioni strutturali (roccia fortemente fessurata) veniva usata come materiale « vile » (pietrame e pietrisco). Gli elementi di maggiori dimensioni venivano impiegati per arginature, moli e frangiflutti, mentre quelli di piccole dimensioni trovavano largo impiego nei sottofondi stradali. Le cave di pietrame trachitico più importanti si trovavano sul M. Cero, sul M. Murale e sul M. Rusta.

Nelle cave di riolite la coltivazione era prevalentemente indirizzata alla produzione di pietrame e pietrisco. Le principali erano localizzate sul M. Ricco, a Luvigliano e presso Baone. Alcune varietà di brecce riolitiche molto vetrose (perliti) erano destinate ad usi particolari, come isolanti termoacustici.

Le cave di latite e di brecce latitiche si trovavano nel gruppo del M. Ceva (M. Croce di Battaglia)

glia) e nei dintorni di Baone. Il materiale estratto veniva usato prevalentemente come pietrisco ferroviario.

Le cave di calcare (Scaglia rossa in prevalenza) sono oggi concentrate nel settore meridionale dei Colli Euganei, dove questo litotipo trova la sua più ampia diffusione. Il suo impiego è diretto prevalentemente alla confezione del cemento e, in modo subordinato, alla produzione della calce idraulica. Sempre in questo settore si trovano alcune grandi cave in marne, la cui coltivazione è finalizzata, quale correttivo del calcare, alla produzione del cemento.

Lo sfruttamento dei giacimenti lapidei non si è sviluppato con ritmo costante nel corso dei decenni e ciò soprattutto in relazione alla domanda di mercato.

Punte elevate dell'attività estrattiva si registrarono nel corso degli anni '50, in conseguenza dell'alluvione del Po nel Polesine. Ingenti quantità di pietrame trachitico e riolitico vennero utilizzate per opere di difesa, di sbarramento, di arginatura o impiegate nella realizzazione di sottofondi stradali.

Un considerevole aumento della produttività delle cave si manifestò nel quinquennio 1961-65, soprattutto per l'incremento e l'ammodernamento della meccanizzazione. Nel 1966 risultavano attive 55 cave e 131 inattive o abbandonate, ricoprenti una superficie di escavazione superiore a 1 milione di mq e con un volume complessivo di materiale estratto di oltre 23 milioni di mc (CALVINO, 1967).

Della trentina di cave attive nel 1972, ridotte a 23 nel 1975, ne esistono a tutt'oggi 20, così ripartite: 13 in trachite da taglio, 5 in calcari o marne per cemento e 2 in calcari per calce. Del primo gruppo, 11 cave sfruttano rocce trachitiche, 2 rocce riolitiche. Il termine « trachite da taglio » non ha infatti un preciso riferimento alla composizione mineralogico-petrografica, ma alle sue proprietà di essere lavorata.

Dalle cave di trachite attive nel 1980 sono state estratte circa 80.000 tonnellate di materiale in blocchi, con un incremento della produttività pari al 28% circa rispetto a quella del 1979 (62.600 tonn), pur con un decremento del numero di cave attive (da 16 nel 1979, a 13 nel 1980) e a parità di operai addetti (76 nel 1979, 74 nel 1980) (FILIPPI, 1981).

Dalle cave di calcare e marne per cemento sono state estratte nel 1980, 1.500.000 tonn di materiale, impiegando per i lavori di coltivazione una ventina di operai; dalle cave per calce la produzione è stata di 11.000 tonn con 4 operai.

LE SORGENTI FREDDE DEI COLLI EUGANEI

(A. DAL PRÀ)

Nel territorio collinare euganeo le sorgenti fredde perenni sono circa 80 (DAL PRÀ e SBETTEGA in PICCOLI *et al.*, 1976). Esistono inoltre varie altre decine di sorgenti temporanee, asciutte per la maggior parte dell'anno, attive solamente durante e subito dopo periodi piovosi. Nella carta geologica allegata vengono riportate solamente le sorgenti perenni principali.

Misure termiche ripetute consentono di escludere la presenza di sorgenti calde, termali, entro l'area strettamente collinare degli Euganei. Infatti le oscillazioni di temperatura delle acque sorgive sono comprese entro valori di 8 e 15°C: la temperatura media annua dell'area varia tra 14°C ai piedi del rilievo collinare e 11°C nelle parti sommitali, mentre le temperature medie mensili vanno da valori massimi di oltre 20° nei mesi di luglio-agosto, a valori minimi di poco superiori a 1° nei mesi di dicembre-gennaio.

Nell'esame delle sorgenti emergono alcuni caratteri interessanti e tipici: il numero delle sorgenti, le loro portate, il loro regime; sono parametri strettamente legati tra di loro e dipendenti dalle modalità con cui avviene la circolazione idrica sotterranea, condizionata dai caratteri geologici del sottosuolo.

Il numero delle sorgenti è particolarmente elevato, considerando l'esiguo valore della superficie dei Colli (circa 100 km²). La distribuzione geografica delle polle risulta abbastanza uniforme. Ne consegue evidentemente un valore mediamente molto modesto delle singole portate: infatti i valori medi più elevati si aggirano su 2-3 l/s; su tutte le sorgenti perenni solo 17 raggiungono o superano una portata media di 1 l/s; anche le portate massime sono ridotte, e contenute entro valori di alcuni l/s. Il regime è normalmente molto variabile e strettamente dipendente dagli afflussi meteorici locali, anche se con sfasamenti differenti in funzione della differente permeabilità dei terreni acquiferi.

La maggior parte delle sorgenti sgorga dalle coltri di degradazione che frequentemente ricoprono le rocce eruttive e marnose, oppure dalle coltri detritiche che sovente ammantano il piede e i fianchi delle masse rocciose collinari. Rare sono invece le sorgenti che sgorgano da fessure in roccia.

Le acque sorgive mostrano un contenuto salino chiaramente condizionato dalla natura litologica dei materiali acquiferi dai quali vengono a giorno o dalle rocce poste poco a monte: le sor-

genti impostate in materiali eruttivi hanno valori di durezza molto bassi, normalmente inferiori a 10° F e spesso addirittura dell'ordine di 2-3° F; acque mediamente dure sgorgano invece dai materiali calcarei e marnosi, raggiungendo valori dell'ordine di 25-30° F.

Gli aspetti idrogeologici descritti e riscontrati nello studio delle sorgenti fredde evidenziano caratteri tipici della circolazione idrica sotterranea nei Colli Euganei: assenza di una grande circolazione e di ampi bacini idrogeologici; esistenza di numerosi piccoli bacini sotterranei, assai localizzati, generalmente indipendenti tra di loro; una circolazione idrica che si sviluppa preferenzialmente a profondità molto ridotta; alimentazione e regime strettamente dipendenti dagli afflussi meteorici locali.

Ciò non significa che non sia realizzabile una penetrazione profonda delle acque di infiltrazione. Anzi questa è possibile attraverso le masse rocciose dei corpi vulcanici e subvulcanici, molti dei quali, costituiti da rocce affioranti fratturate, si spingono a profondità elevate (M. Cero, M. Grande, M. della Madonna, etc.). Tuttavia le aree interessate da infiltrazione e penetrazione idrica profonda risultano piuttosto ristrette, e limitate alle parti sommitali di questi apparati eruttivi, poiché i fianchi sono sovente ricoperti da spesse coltri argillose di alterazione. Per tale ragione l'infiltrazione profonda sembra assumere dimensioni piuttosto modeste. Nondimeno alcuni pozzi perforati a quote differenti hanno rinvenuto discrete quantità d'acqua fredda entro roccia, a profondità di 300-400 m; le portate, emunte con pompa, sono dell'ordine di qualche l/s con depressioni del livello piezometrico di alcuni metri.

LE SORGENTI TERMALI DEL TERRITORIO EUGANEO

(A. DAL PRÀ)

Attualmente nel territorio euganeo sono ancora attive 16 sorgenti termali. Un tempo il loro numero era notevolmente più elevato soprattutto nelle zone classiche di Abano e Montegrotto. La graduale scomparsa delle polle calde spontanee iniziò circa 35 anni fa, in seguito al progressivo notevole incremento delle portate emunte dal sottosuolo attraverso pozzi termali perforati in numero sempre maggiore e spinti a profondità sempre più elevate. Infatti la crescente richiesta di acque calde ad uso terapeutico ha determinato, negli ultimi 30 anni circa, un aumento delle portate emunte di ben 6-7 volte.

L'ubicazione delle attuali sorgenti è indicata nella carta geologica allegata, che permette anche di osservarne la distribuzione. Le polle, come si vede, sono ubicate a ridosso del piede dei versanti collinari, praticamente lungo l'intero contorno della metà meridionale dei Colli Euganei.

Occorre precisare che sorgenti termali sono presenti anche al piede dei vicini Colli Berici, nella zona di Mossano e Barbarano, lungo il lato sud-orientale del gruppo collinare.

Le portate medie delle sorgenti termali euganee sono molto ridotte, raggiungendo raramente valori di 2-3 l/s. Qualche polla risulta anche non perenne (la Fonte Rainieriana presso Arquà, la sorgente Bagnarolo tra Battaglia e Galzignano, e una delle tre polle dei Bagni di S. Bartolomeo ai piedi del M. Castellone-Ceva). Il regime idraulico è normalmente assai variabile, e influenzato chiaramente dal regime degli afflussi meteorici locali.

Le temperature medie dell'acqua differiscono molto tra le varie sorgenti. Sul lato occidentale dei Colli si passa da valori sui 17°C delle due sorgenti della zona di Cavalcarena, a valori medi di 30°-35°C (con variazioni di pochi gradi in più o in meno) delle due sorgenti di Crosara e della sorgente di Val Calaona. Lungo il lato orientale sono ubicate le polle a temperatura media più elevata: i Bagni di S. Bartolomeo (con valori attorno ai 50°), la sorgente di S. Elena (con temperature prossime ai 60°), la sorgente Bagnarolo (47°) e la sorgente Bombeghe (43°). Le altre polle mostrano valori medi compresi tra 15° e 30° circa.

Il regime termico di alcune sorgenti è variabile, di altre invece risulta quasi costante. Si riscontrano oscillazioni termiche rilevanti sia in sorgenti a temperatura media elevata e sia in alcune a temperatura media relativamente bassa. Le escursioni massime, nelle sorgenti più variabili, è di 7-9°C nell'arco di un anno.

Si è constatato un rapporto tra il regime termico e il regime idraulico: normalmente ad un aumento della portata corrisponde una diminuzione della temperatura.

Confrontando tra di loro i vari parametri tipici delle sorgenti, è possibile evidenziare un certo rapporto tra acque termali di provenienza profonda ed acque degli afflussi meteorici locali. Infatti, la notevole diversità della temperatura media dell'acqua tra le varie sorgenti, la variabilità nel tempo della temperatura misurabile alle singole sorgenti, i rapporti esistenti tra regime termico e regime idraulico e tra il regime idraulico e gli afflussi meteorici, indicano che, generalmente, le acque termali di provenienza profonda si mescolano con acque superficiali, che ne modificano il regime termico, il regime idraulico e quindi anche il chimismo originale.

Infine si pone in evidenza che le sorgenti termali non sgorgano da roccia ma dai materiali detritici che rivestono il piede dei rilievi collinari: questa particolare situazione idrogeologica, assieme alla particolare posizione topografica dei punti di affioramento delle acque calde (posti a ridosso immediato dei rilievi, al limite tra pianura e versanti collinari) ha un evidente significato causale e riflette le modalità della risalita delle acque termali nell'ultimo tratto del circuito sotterraneo, come è illustrato nel capitolo riguardante il circuito geotermale.

CARATTERI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI DEL SOTTOSUOLO DELL' AREA TERMALI EUGANEA

(E. DI LALLO e R. SEDEA)

Le conoscenze finora acquisite sulla situazione litostratigrafica e sull'assetto strutturale del sottosuolo delle zone termali poste nella pianura circostante i Colli sono dovute in massima parte ai dati ottenuti dalle perforazioni eseguite per la ricerca delle acque calde e, in misura minore, a quelli forniti da recenti indagini geofisiche.

È necessario sottolineare subito come le indicazioni desunte dai circa 280 pozzi di cui è nota la stratigrafia risultino spesso incomplete, genetiche e talora addirittura indecifrabili, non essendo l'esecuzione della terebrazione controllata, nella maggior parte dei casi, da tecnici specializzati. La ricostruzione pertanto della successione delle varie formazioni incontrate dai sondaggi si presenta sovente di difficile interpretazione.

La maggior parte delle terebrazioni è concentrata nei settori di Abano (circa 170 pozzi) e Montegrotto (circa 80 pozzi); un piccolo numero (circa 25) è localizzato nell'area di Battaglia e Galzignano.

Nel sottosuolo euganeo sono state incontrate dalle varie terebrazioni, oltre alle formazioni affioranti sul rilievo, anche altre più antiche, di età giurassica media-inferiore.

La loro distribuzione nel sottosuolo euganeo può essere così riassunta:

- il Biancone costituisce il substrato delle alluvioni soprattutto nella zona di Abano, e per minori estensioni in quella di Montegrotto;

- la Scaglia rossa è la formazione arealmente più diffusa nel sottosuolo dell'intero territorio termale;

- le marne euganee sono presenti soprattutto nella zona di Battaglia-Galzignano;

- numerosi sono i corpi eruttivi (filoni e corpi subvulcanici) costituenti i rilievi sepolti delle

zone termali; al riguardo i dati forniti dalle perforazioni non sempre consentono di precisarne la composizione petrografica né, soprattutto, di interpretarne la giacitura.

Dal punto di vista strutturale le faglie individuate conferiscono alla zona termale un assetto che si inquadra perfettamente con quello del rilievo adiacente. Nella zona di Abano le direttive principali presentano direzioni NW-SE e NNE-SSW; in quella di Montegrotto NW-SE e E-W; in quella di Battaglia NW-SE e ENE-WSW. L'intersezione dei sistemi di faglie ha determinato la formazione di numerose zolle variamente dislocate tra loro. L'area di Montegrotto rappresenta una zona in cui il substrato roccioso è a minore profondità al di sotto delle alluvioni ed è quindi in definitiva una zona di « alto strutturale ». La zona di Abano si colloca in una posizione intermedia tra quella di Montegrotto e quella di Battaglia-Galzignano, nella quale, al disotto della coltre quaternaria, si trovano i termini stratigraficamente più recenti.

L'analisi dei dati stratigrafici e idrologici, relativi a oltre 200 pozzi che hanno incontrato globalmente poco più di 300 livelli produttivi di acqua termale, consente di fare le seguenti osservazioni:

- il 10% di tali livelli è formato da materiali scolti di natura sabbiosa contenuti nel materasso alluvionale quaternario; percentuali simili si hanno nei calcari giurassici, nelle zone di contatto tra rocce sedimentarie ed eruttive e nell'ambito delle rocce eruttive stesse;
- il 15-20% nei calcari della Scaglia rossa;
- il 40% nei calcari del Biancone.

Da questi dati appare evidente come la formazione del Biancone rappresenti l'acquifero principale; essa inoltre offre le migliori condizioni sia dal punto di vista dei valori termici e sia per ciò che riguarda la produttività.

Bisogna tuttavia sottolineare che i pozzi si spingono a profondità diverse e quindi non sempre hanno attraversato le stesse formazioni, che tra l'altro nel sottosuolo si trovano a profondità diverse. È questo uno dei motivi per cui il Biancone risulta la formazione più perforata essendo diffusa ad esempio per larghi tratti nel sottosuolo di Abano.

Occorre inoltre tener presente che i calcari del Biancone e quelli della Scaglia rossa risultano molto produttivi allorchè è presente una copertura impermeabile costituita nel primo caso dai livelli argillosi del Cenomaniano e nel secondo caso dalla formazione delle marne euganee.

Più raro è il caso in cui il tetto impermeabile del Biancone o della Scaglia rossa è rappresentato

direttamente da alluvioni fini del Quaternario. Le acque termali si possono anche captare a volte al limite inferiore di rocce vulcaniche stratoidi che agiscono da tetto impermeabile.

LO SFRUTTAMENTO DELLE ACQUE TERMOMINERALI EUGANEE

(A. DAL PRÀ e R. SEDEA)

Lo sfruttamento a scopo terapeutico delle acque calde euganee è iniziato utilizzando le sorgenti termali spontanee che un tempo sgorgavano numerose, soprattutto nelle zone classiche di Abano e Montegrotto. L'uso di acque sorgive spontanee, sgorganti da polle, è continuato fino a qualche decina di anni fa. Si è cominciato ad abbandonare l'uso delle sorgenti ai primi anni del '900, poichè il continuo aumento della richiesta di acque calde ha spinto a cercarle in profondità, mediante la perforazione di pozzi, i più antichi dei quali risalgono alla fine del secolo scorso.

Attualmente le acque calde euganee utilizzate vengono estratte dal sottosuolo esclusivamente mediante pozzi.

Il numero dei pozzi ora esistenti nel territorio euganeo è di poco inferiore a 300. Quelli effettivamente sfruttati si aggirano sui 200. Di questi, oltre la metà si trovano nella zona di Abano, una sessantina nella zona di Montegrotto, circa 25 a Battaglia e Galzignano.

Generalmente le acque vengono estratte dai pozzi per mezzo di pompe. Solo nel territorio di Battaglia e Galzignano i pozzi possono erogare ancora spontaneamente.

Fino al momento dell'installazione dei contatori di portata voluti dalla Regione Veneto (a partire dal giugno 1979), il quantitativo d'acqua fornito da tutti i pozzi in sfruttamento arrivava durante le fasi di maggior richiesta a 1100-1200 l/s, dei quali circa 650-700 si estraevano dal sottosuolo di Abano, poco meno di 350-400 da quello di Montegrotto, e 150 circa da Battaglia e Galzignano. Con l'installazione dei contatori, che limita l'emungimento a 3 l/m' per posto letto, l'estrazione d'acqua calda è diminuita, sembra, del 25-30%.

I quantitativi globali emunti dai pozzi non sono naturalmente costanti in tutto il tempo dell'anno. I valori più elevati corrispondono ai due periodi di alta stagione (aprile-maggio e settembre-ottobre). Negli altri due periodi si estraggono portate inferiori, pari a circa il 70% della portata emunta in alta stagione.

L'acqua calda viene utilizzata nelle immediate vicinanze del pozzo, con percorsi sempre brevissimi.

La massima parte dei pozzi attinge l'acqua calda dalle masse rocciose sottostanti la copertura recente alluvionale e soprattutto (almeno il 40%) dai calcari del Cretaceo inferiore (Biancone), che risulta essere attualmente la formazione più produttiva.

Le profondità alle quali i pozzi si spingono sono andate via via crescendo nel tempo: dalla cinquantina di metri di 30-40 anni fa agli oltre 600 m delle perforazioni più recenti. Molti pozzi sfruttano più livelli acquiferi, posti a differenti profondità.

La temperatura dell'acqua emunta dai pozzi ora sfruttati a scopo terapeutico varia da zona a zona, con valori compresi tra 60° e 85°C: tuttavia la maggior parte dei pozzi fornisce acque con valori termici elevati, attorno ai 75°-80°C.

Ai singoli pozzi la temperatura dell'acqua è praticamente costante nel tempo.

La portata fornita, a parità di condizioni, può essere molto diversa da pozzo a pozzo.

Pozzi anche molto vicini possono dare portate e temperature differenti. Pozzi a profondità differenti danno portate non necessariamente proporzionali alle profondità.

In definitiva non esiste un chiaro rapporto tra temperatura dell'acqua, profondità del pozzo, portata erogabile. Ciò dipende dalle modalità della circolazione idrica entro le rocce del sottosuolo, che verranno ora illustrate.

La circolazione sotterranea delle acque calde nelle masse rocciose esistenti nel sottosuolo del territorio euganeo avviene entro discontinuità che sono generalmente riferibili a fratture, talora ampiate per carsismo. L'andamento delle fratture (giacitura, frequenza, dimensioni) è assai irregolare e variabile da zona a zona, per cui si viene a determinare una situazione di deflusso idrico assai complessa, in relazione appunto alla complessità della fratturazione. Di conseguenza quantità e temperatura delle acque sono strettamente dipendenti dall'andamento e dalle dimensioni delle fratture, dai reciproci rapporti dei diversi sistemi di fratture, dalle modalità del collegamento tra le fratture del substrato roccioso superficiale e quelle del basamento entro cui si sviluppa il circuito geotermale.

La complessità della circolazione sotterranea è tra l'altro documentata dal fatto che pozzi vicini, spinti a profondità simili, forniscono acque con portata e temperatura talora molto differenti.

Si verifica anche che pozzi sterili si trovino vicini a pozzi produttivi, che pozzi molto profondi diano portate e temperature inferiori a quelle di pozzi meno profondi.

La presenza di acque termali entro i materiali sciolti sabbiosi della coltre alluvionale sovrastante

il substrato roccioso è dovuta alla dispersione di acque dalle masse rocciose sottostanti, attraverso fessure a diretto contatto con questi materiali sciolti. Ad una origine analoga viene riferita l'emergenza spontanea di acque sorgive nelle varie polle poste ai piedi del rilievo collinare.

L'analisi dei numerosi dati ottenuti dalle perforazioni finora eseguite (circa 300), hanno chiaramente evidenziato quali siano le situazioni geologiche più favorevoli al reperimento di acque termali. Per ottenere risultati soddisfacenti occorre che si verifichino da una parte la presenza di una zona intensamente fratturata entro la roccia serbatoio, e dall'altra la presenza di una copertura di terreni argillosi impermeabili che impediscono la dispersione delle acque calde nei terreni superficiali. Strutture geologiche di questo tipo sono diffuse nelle aree classiche di Abano e Montegrotto e in molte altre aree: per esempio la formazione calcarea fessurata del Biancone ricoperta dai livelli argillosi del Cenomaniano; la formazione calcarea fessurata della Scaglia rossa ricoperta dalle marne terziarie.

Il problema generale del fenomeno idrotermale mostra una effettiva complessità, determinata dalle dimensioni regionali del fenomeno stesso. Questa situazione di incertezza consiglia l'opportunità di gestire le attuali risorse con oculatezza e prudenza e con un controllo attento e continuo soprattutto dei parametri idraulici e chimici misurabili ai pozzi (temperatura, portata, livelli, chimismo delle acque, ecc.).

Tuttavia i risultati finora raggiunti consentono di svolgere importantissime considerazioni, utili nel problema dello sfruttamento delle acque termominerali. È di interesse fondamentale, per esempio, l'aver precisato il tipo di circuito alimentante la risorsa termale, circuito caratterizzato da afflussi in una zona di alimentazione e da deflussi a giorno nell'area euganea e berica. Se ne può dedurre l'impossibilità di esaurire le acque termali, dal momento che gli afflussi nella zona di alimentazione sono da considerarsi mediamente continui in termini di precipitazioni meteoriche. Ciò è d'altra parte confermato, come verrà illustrato in seguito, dal rapido innalzamento del livello dei pozzi quando si provoca una diminuzione o l'interruzione dell'emungimento.

Ciò non significa però che dal sottosuolo si possa estrarre quanta acqua si vuole: un eccessivo sfruttamento potrebbe determinare, dati i caratteri del circuito, un depauperamento seppure temporaneo, o a lungo termine una diminuzione della temperatura e della salinità delle acque.

Il forte emungimento operato da pozzi ha avuto evidentemente alcune ripercussioni. La prima conseguenza è stata un notevole calo di pressione

del circuito idrotermale, che ha provocato la graduale scomparsa di un gran numero di sorgenti calde naturali, come per esempio nelle zone di Abano e Montegrotto. Inoltre la depressione conseguente al forte emungimento ha causato la perdita dell'artesianesimo dei pozzi: 30 anni fa i pozzi termali fornivano acqua spontaneamente, al di sopra del piano campagna; ora invece l'acqua deve essere estratta con pompe. Solo nelle zone di Battaglia e Galzignano, dove lo sfruttamento non ha ancora raggiunto dimensioni accentuate, la maggior parte dei pozzi è ancora zampillante.

Prima dell'installazione dei contatori (1979), nella zona di Montegrotto il livello medio dell'acqua nei pozzi durante le fasi di massimo sfruttamento, è arrivato progressivamente fino ad oltre 10 m sotto il p.c. nel 1978; nel 1975 era di circa 6 m.

Ad Abano i livelli idrostatici hanno raggiunto profondità ben superiori. Nel 1978 si arrivò mediamente a valori di oltre 35 m sotto il piano campagna; nel 1975 era attorno ai 30 m.

Il calo, come si è detto, è stato graduale nel tempo. Occorre però tenere presente che questo progressivo abbassamento non è avvenuto con una portata costante di emungimento, ciò che avrebbe significato un progressivo prosciugamento delle risorse, bensì con un aumento progressivo di portata, di anno in anno, consentito dalla perforazione di nuovi pozzi.

La situazione è nettamente migliorata con l'installazione dei contatori di portata, che hanno determinato una diminuzione dell'emungimento.

Nella zona di Montegrotto, dalle depressioni massime di oltre 10 m sotto il piano campagna si è passati rapidamente nell'arco di un anno a valori medi di poco oltre 6 m (1979), che stanno lentamente diminuendo di circa 1 m all'anno.

Nella zona di Battaglia-Galzignano i pozzi mostrano di essere ancora zampillanti.

Ad Abano, da depressioni massime mediamente superiori ai 35 metri sotto il p.c. si è arrivati ora a livelli posti a meno di 30 metri.

IL SISTEMA IDROTERMALE EUGANEO

(G. PICCOLI, A. DAL PRÀ, R. SEDEA, E. DI LALLO, R. BELLATI)

Le acque termali euganee, conosciute fin dall'inizio dei tempi storici, hanno consentito il sorgere e il prosperare dell'imponente complesso terapeutico e alberghiero di Abano, Montegrotto, Battaglia e Galzignano; manifestazioni idrotermali di minore importanza si sviluppano anche in altre località, come ad esempio alle Terme di Val Cavaona.

Le acque calde sono di tipo salso-bromo-iodico. La loro temperatura varia da 60° a 87° C nel caso dei pozzi terebrati, mentre per le sorgenti spontanee, localizzate nella fascia pedecollinare estesa tra Arquà Petrarca ed Abano, essa va da un minimo di 17° ad un massimo di 58°C; la temperatura delle acque dei pozzi risulta costante durante l'anno, pur con il variare delle portate.

L'origine del termalismo è stata a lungo dibattuta. E. SUÈSS, nel secolo scorso, gli assegnava un'origine vulcanica: le fumarole del vulcano euganeo, sepolte dalle alluvioni, si sprigionavano dalle masse ancora calde e giungevano in superficie. L. DE MARCHI aveva constatato che la perforazione di un pozzo nella pianura, a monte della zona termale di Montegrotto rispetto al decorso delle falde acquifere di origine superficiale, aveva portato quasi all'estinzione di alcune sorgenti calde, che si erano riformate quando il pozzo era stato chiuso con argilla. G. DAL PIAZ, anche riferendosi a queste osservazioni, ritenne che l'origine delle acque termali fosse dovuta alla commistione fra acque vulcaniche e prevalenti acque meteoriche, riscaldate in profondità dalle masse rocciose ancora in via di raffreddamento. S. MORGANTE, basandosi soprattutto sul contenuto in sali, sostenne che le acque termali derivavano da acque salmastre di una laguna fossile. MAMELI e CARRETTO esposero la storia delle varie interpretazioni proposte fino al 1954; E. BENEON discusse la localizzazione delle venute idrotermali in rapporto con la struttura tettonica del sottosuolo, indagata con metodi geofisici. Qualche studioso prospettò infine la possibilità di una origine marina attuale.

Le nuove ricerche ricordate all'inizio, svolte in collaborazione fra l'Istituto di Geologia dell'Università di Padova ed il Centro di Ricerca Geotermica dell'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (E.N.E.L.), hanno consentito di riconsiderare l'origine delle acque termali euganee sulla base di conoscenze più complete, grazie anche a nuovi metodi d'indagine, e di proporre un modello di circuito di tipo esclusivamente « geotermale », sostenuto in particolare da R. CATALDI. Si tratterebbe cioè di un sistema indipendente dal vulcanismo, che le ricerche radiometriche di BORSI e FERRARA (1969) hanno dimostrato troppo antico per poter rappresentare ancora una sorgente di calore. Le acque meteoriche, precipitando al suolo nella zona delle Prealpi e scendendo in profondità attraverso le fessure e i pori delle rocce, fino alla parte impermeabile del basamento cristallino, acquistano calore per le condizioni termiche esistenti dovunque all'interno della crosta terrestre.

La rapida risalita nella zona euganea, dovuta alla particolare situazione idrogeologica, giustifica l'intenso fenomeno idrotermale. Si tratta quindi

di un circuito a largo raggio e perenne, che interessa una vasta porzione del Veneto centro-occidentale e probabilmente anche una parte contigua del Trentino meridionale. Il sistema indica un'origine unica tanto per le modeste manifestazioni idrotermali della Riviera dei Berici, dove si sviluppa un ramo minore, quanto per il ricco bacino euganeo, a sua volta suddiviso in sottogruppi locali.

I motivi della nuova interpretazione possono riassumersi nel modo seguente.

L'esame dei dati chimico-fisici riguardanti le acque calde delle classiche aree termali di Abano, Montegrotto e Battaglia-Galzignano e quelle meno calde, che vengono a giorno presso i rilievi situati fra gli Euganei e i Berici ed ai piedi di questo ultimo gruppo collinare, indicano innanzitutto una origine esclusivamente meteorica per tutte le acque termali in parola, ricavabile in particolare dalle caratteristiche isotopiche dell'ossigeno di dette acque, studiate da E. TONGIORGI e C. PANICHI dell'Istituto Internazionale per le Ricerche Geotermiche del C.N.R. in Pisa. La temperatura delle acque dipende esclusivamente dalla profondità alla quale avviene la circolazione ($2500 \div 3000$ m) e il gradiente geotermico naturale medio del sottosuolo (3°C per ogni 100 m di profondità al di sotto del cosiddetto livello neutro) è sufficiente a giustificare il termalismo. Nel Veneto occidentale tale gradiente è alquanto inferiore, ma bastevole.

Considerazioni geochimiche, oltre che idrogeologiche, portano ad escludere per le acque termali euganeo-beriche un'origine marina attuale. I rapporti atomici di dette acque sono infatti completamente diversi da quelli dell'acqua del mare per la presenza di alcuni ioni in quantità superiore. L'esistenza inoltre di una spessa coltre di sedimenti sciolti di origine alluvionale e marina, sede di falde artesiane sovrapposte, dovrebbe costituire una barriera idrologica fra il mare e l'acqua termale. Analoghe considerazioni valgono ad escludere la provenienza da acque saline fossili.

Le ricerche isotopiche sull'ossigeno, cui è fatto cenno in precedenza, indicano come la zona di ricarica del circuito ad opera delle acque piovane abbia un'altezza di almeno 1500 m sul mare; la circolazione in profondità si svolge entro la serie calcareo-dolomitica e arenaceo-evaporitica mesozoica e permiana, dove le acque acquistano la loro salinità, rappresentata da cloruri, sulfati e carbonati. Mentre i primi sali aumentano in percentuale al crescere della temperatura, i carbonati appaiono indipendenti da essa e risultano quindi proporzionalmente più abbondanti nelle acque meno calde. L'idrogeno solforato deve derivare dalla riduzione dei sulfati e conferisce un odore caratteristico alle acque termali; la loro radioattività proviene dalle rocce cristalline attraversate.

La circolazione idrica profonda, che deve essere arrestata verso il basso dalle rocce del basamento scistoso-cristallino, è condizionata dall'assetto strutturale regionale.

Nel percorso profondo delle acque da Nord-ovest a Sud-est, ossia dalla zona delle Piccole Dolomiti e degli altipiani contigui verso i Lessini orientali, i Berici e gli Euganei, la presenza di un sistema di faglie sul margine orientale dei Colli Berici provoca la formazione di un ramo ascendente del sifone naturale, che dà origine alle sorgenti della Riviera dei Berici. Un secondo ramo di risalita genera le sorgenti che scaturiscono in prossimità dei modesti rilievi situati fra i Berici e gli Euganei e sul lato occidentale di questi ultimi colli. Il terzo ramo infine, che è il più importante, origina le acque della zona termale euganea, nel cui ambito è possibile distinguere, in base ai caratteri geochimici, i sottogruppi di Abano Terme, di Montegrotto Terme, di Monte Ortone e di Battaglia Terme-Galzignano.

Ed ecco quali sarebbero i motivi della locale risalita di acque caldissime.

Le rocce eruttive euganee, diffuse in grandi masse che si spingono in profondità, costituiscono una zona di assorbimento delle locali acque piovane, fredde, le quali percolano verso il basso nella massa dei corpi rocciosi fessurati; nessuna manifestazione termale è infatti nota all'interno del gruppo montuoso, né hanno dato esito positivo le perforazioni eseguite a questo scopo. Le acque fredde discendenti esercitano infatti un carico su quelle termali, che vengono costrette a maggior profondità, (vie più riscaldandosi) e sparse all'esterno del gruppo collinare, dove avviene la risalita. Le alluvioni fini e le rocce poco permeabili che racchiudono in profondità la zona euganea (limi e argille neogeniche, flysch paleogenico) rappresentano infatti una chiusura laterale alla circolazione.

Il sistema di faglie, che interessa la parte orientale dei Colli Euganei e la loro prosecuzione nelle rocce al di sotto della pianura, provoca la formazione di zolle o grandi prismi; entro ad essi si instaurano circuiti convettivi, che portano ad una omogeneizzazione della temperatura in senso verticale qualora vi sia una chiusura impermeabile verso l'alto, rappresentata di solito o dalle marne argillose terziarie o dai livelli argillosi soprastanti al Biancone, che risulta l'acquifero principale. Tale circostanza spiega la diversità di temperatura e la differenza di profondità delle acque che si riscontrano fra pozzi anche vicini: in tal caso essi attingono da due zolle diverse del substrato roccioso.

In definitiva, accettata l'interpretazione geotermale proposta, si può concludere come il termalismo euganeo appaia destinato a mantenersi nel

Schema del probabile circuito idrotermale euganeo-berico

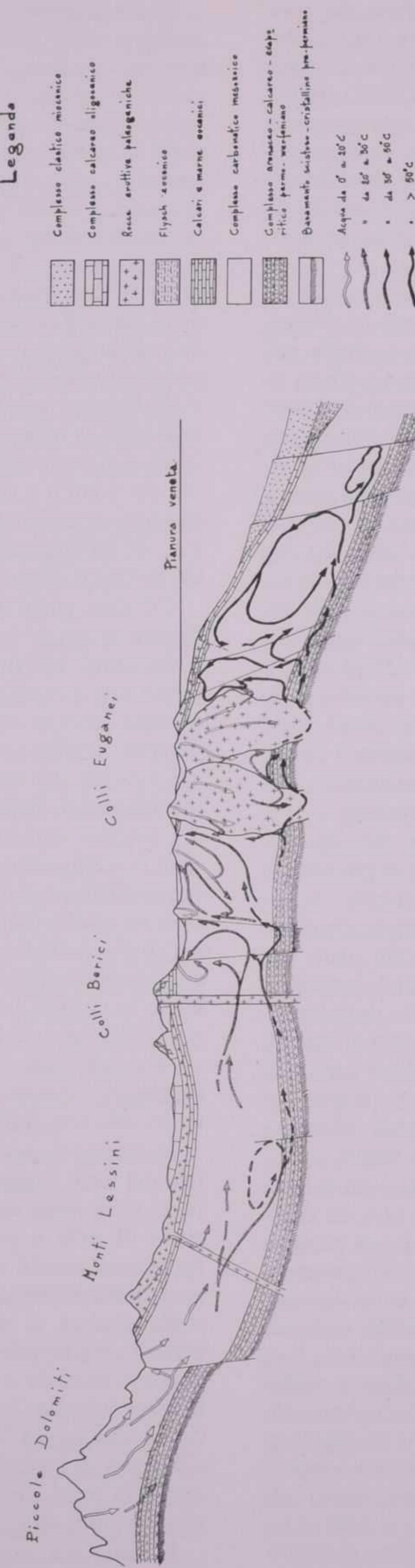


Fig. 18 - Schema del circuito idrotermale euganeo-berico. La zona di alimentazione è situata nelle Piccole Dolomiti e negli altipiani vicentino-trentini, le aree di emergenza si trovano ai piedi dei Colli Berici, sul loro lato orientale e attorno ai Colli Euganei; le massime manifestazioni sono situate ad oriente del gruppo collinare euganeo e sono condizionate anche dalla spinta delle acque fredde piovane locali, che scendono attraverso le rocce fessurate degli antichi corpi erutivi.

N.B. La scala delle altezze è esagerata cinque volte rispetto a quella delle distanze.

tempo e a non modificare le proprie caratteristiche. Un'emunzione troppo spinta porterebbe tuttavia, come si è detto, ad un abbassamento sempre maggiore del livello delle acque nel sottosuolo.

Non è in conclusione l'ormai estinto vulcanismo che dona direttamente ricchezza alla zona euganea, ma sono le condizioni tettoniche e strutturali di una regione assai più vasta, nelle quali vanno inquadrare anche le antiche manifestazioni eruttive dei nostri Colli.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., 1950 - *Esame geologico-paleontologico di un pozzo terebrato a Cartura (Padova)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. 16, 22 pp., 1 f., 1 tav., Padova.
- AGIP-MINERARIA, 1959 - *Atti del Convegno sui Giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*. Acc. Naz. Lincei e E.N.I., v. 2, Roma.
- AMADEI G., MAINO A., MOTTA A. e TRIBALTO G., 1973 - *Contributo allo studio geofisico del bacino euganeo*. Boll. Serv. Geol. It., v. 93, pp. 3-21, 7 ff., 4 tavv., Roma.
- BARBIERI M., TURI B., DE PIERI R., DE VECCHI Gp., PICCIRILLO E.M. e GREGNANIN A., 1978 - *Oxygen and strontium isotope variations in the igneous rocks from the Euganean Hills, Venetian Tertiary Province, Northern Italy*. In ROBINSON B.W.: *Stable Isotopes in the Earth Sciences*. DSIR Bulletin 220, pp. 139-148, 4 ff., 1 tab., Wellington.
- BENEDETTI E., 1963 - *Considerazioni sul bacino idrotermale euganeo*. Giorn. Geol., s. 2, v. 31, pp. 27-37, Bologna.
- BENVENUTI G. e NORINELLI A., 1967 - *Contributo alla conoscenza delle strutture sepolte tra i Colli Euganei e i Berici*. Boll. Geof. Teor. Appl., v. 9, pp. 269-284, 4 ff., 2 tavv., Trieste.
- BORSI S., FERRARA G. e PICCOLI G., 1969 - *Determinazione col metodo K/Ar dell'età delle eruzioni euganee*. Rend. Soc. It. Miner. Petr., v. 25, pp. 27-34, 1 f., Pavia.
- BRAGAGNOLO G., 1936 - *Le acque minerali del Veneto*. Ann. Chim. Appl., v. 26, pp. 460-475, Ferrara.
- BREISLAK S., 1818 - *Atlas géologique ou vue d'amas de colonnes basaltiques*. 53 tavv., Imprimerie Imperiale et Royale, Milan.
- BULGARELLI G., 1973 - *Alcuni problemi riguardanti il bacino idrotermale euganeo con particolare riguardo alla situazione di Montegrotto Terme*. Gest. Unica Bac. Idroter. Montegrotto Terme, 14 pp., 1 f., Stocchieri, Vicenza.
- BULGARELLI G., 1976 - *La zona termale euganea e lo sfruttamento delle sue acque*. Ind. Miner., anno 27, pp. 302-308, Roma.
- BURRI C., 1961 - *Le province petrografiche postmesozoiche dell'Italia*. Rend. Soc. Miner. It., v. 17, pp. 3-40, 8 ff., Pavia.
- BURRI C., 1966 - *Problemi petrochimici del vulcanismo italiano*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 78, pp. 109-133, 5 ff., Padova.
- CALVINO F., 1967a - *Le cave dei Colli Euganei*. Relazione per il Consorzio per la Valorizzazione dei Colli Euganei, 70 pp., 5 tabb., Padova.
- CALVINO F., 1967b - *Su uno sprofondamento del suolo verificatosi ad Abano Terme (Padova)*. Tecnica It., v. 32, n. 3, 14 pp., 8 ff., Trieste.
- CALVINO F., 1969 a - *Sistemazione delle cave in relazione al paesaggio. Il punto di vista di un ingegnere-geologo*. Il Frantoio, v. 7, 4 pp., 3 ff., Parma.
- CALVINO F., 1969 b - *Studi sulle proprietà tecniche della trachite da taglio di Montemerlo (Colli Euganei)*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 27, 36 pp., 6 ff., 1 tav., Padova.
- CALVINO F. e BARROCU G., 1965 - *Fenomeni di flessione superficiale dei prismi di fessurazione osservati in trachiti e lipariti dei Colli Euganei*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 77, pp. 187-200, 4 tavv., Padova.
- Carta Geologica delle Tre Venezie alla scala 1 : 100.000*: Fogli 50 PADOVA e 64 ROVIGO, Uff. Idrogr. Magistr. Acque Venezia, Boboli, 1947 e 1950, Firenze.
- CATULLO T.A., 1828 - *Osservazioni sopra le peperiti delle provincie Austro-Venete particolarmente scoperte dall'Autore presso Teolo nei Monti Euganei*. Giorn. Ital. Letteratura, n. 50, 24 pp., Padova.
- CATULLO T.A., 1829 - *Memoria epistolare sopra i petrefatti dei Monti Euganei*. Giorn. Sc. Lett. Provincie Venete, v. 16, pp. 22-79, Venezia.
- CATULLO T.A., 1836 - *Sopra le acque termali del territorio padovano*. Nuovi Saggi Acc. Sc. Lett. Arti Padova, v. 4, 21 pp., Padova.
- CATULLO T.A., 1866 - *Sopra alcuni fenomeni geologici osservati nei Colli Euganei*. Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti, s. 3, v. 11, pp. 841-848, Venezia.
- CENTANIN O., 1952-54 - *La trachite euganea per l'industria ceramica*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, v. 64, pp. 78-83 e v. 66, pp. 147-154, Padova.
- CHANNEL J.E.T., DE ZANCHE V. e SEDEA R., 1978 - *Reappraisal of Palaeomagnetism of the Colli Euganei and Monti Lessini Volcanics (Italy)*. J. Geophys., v. 45, pp. 29-33, Heidelberg.
- CHINO A., 1960 - *Studio micropaleontologico e granulometrico del pozzo n. 55 (P. Nazionale) di Abano Terme, Padova*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 72, pp. 167-178, 1 tav., Padova.
- COMEL A., 1931 - *Sulle terre rosse dei Colli Euganei*. Boll. Soc. Geol. It., v. 50, pp. 135-142, Roma.
- COMEL A., 1936 - *I terreni dei Colli Euganei*. Ann. Sperimentazione Agraria, v. 20, 107 pp., 2 tavv. (1 carta geoagronomica 1:50000), Roma.
- CONEDERA C., DAL PASSO G., PICCOLI G. e TRAVAGLIA SACCARDI P., 1972 - *Studio fotogeologico del Veneto centro-occidentale fra il Lago di Garda ed il Fiume Brenta*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 28, 43 pp., 18 ff., 3 tavv., Padova.
- CONEDERA C., DIENI I., PICCOLI G. e SACCARDI P., 1969 - *Studio fotogeologico dei Colli Euganei*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 27, 20 pp., 9 ff., Padova.
- CORNIANI M.A., 1810 - *Memoria sul vetro coll'applicazione all'arte vetraria della petroselce perlata dei Colli Euganei*. 54 pp., Parolari, Venezia.
- CORNU F., 1906 - *Petrographische Untersuchung einiger enallagmatischer Einschlüsse aus den Trachyten der Euganeen*. Beitr. Geol. Palaont. Oesterreich-Ungarns und des Orients, v. 19, pp. 35-48, 1 tav., Wien.
- CRESTANI G., 1928 - *Il clima dei Colli Euganei e di Padova*. R. Magistr. Acque, Uff. Idrogr., 42 pp., Venezia.
- DAL PIAZ G., 1896-97 - *Studi geologici-petrografici intorno ai Colli Euganei*. Riv. Miner. Cristal. It., v. 16, pp. 49-69, 2 tavv., e v. 17, pp. 74-80, Padova.
- DAL PIAZ G., 1899 - *Sopra l'analcime ed altri minerali di Pendisetta negli Euganei*. Riv. Miner. Cristal. It., v. 23, pp. 90-92, Padova.
- DAL PIAZ G., 1902a - *Di un incluso granitico nella trachite degli Euganei*. Riv. Miner. Cristal. It., v. 28, pp. 41-50, 1 tav., Padova.
- DAL PIAZ G., 1902b - *Note sulla costituzione geologica di Albettone*. Soc. Coop. Tipografica, pp. 1-3, 1 f., Padova.
- DAL PIAZ G., 1935 - *La costituzione geologica dei Colli Euganei*. Atti e Mem. Acc. Sc. Lett. Arti Padova, v. 51, pp. 11-19, Padova.
- DAL PIAZ G., 1948 - *On the mineral hot springs of the Euganean Hills and particularly of Abano (Padova)*. Union Géod. Géoph. Intern., Ass. Gén. Oslo, pp. 121-123, Oslo.
- DAL PIAZ G., 1957 - *I Colli Euganei e le loro sorgenti termali*. Az. Aut. Cura Abano Terme, 20 pp., 13 ff., Tipog. del Messaggero, Padova.
- DAL PIAZ G., 1971 - *L'imbasamento geologico della zona idrotermale euganea*. Atti e Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 83, pp. 111-120, 1 f., Padova.
- DAL PIAZ Gb., 1928 - *Il basalto di Rio Schivanoia negli Euganei e i suoi inclusi*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. 7, 24 pp., 1 tav., Padova.
- DAL PRÀ A. e SEDEA R., 1976 - *Note di geologia e idrogeologia euganea*. 33 pp., 9 ff., 5 tabb., 1 carta geolitologica alla scala 1:25.000, Tip. Valentini, Cadoneghe.

- DA RIO N., 1836 - *Orittologia euganea*. 179 pp., 2 tavv., (1 carta geognostica 1:48000 circa), Cartallier, Padova.
- DA RIO N., 1844 - *Intorno ad una ippurite trovata nella scaglia dei Monti Euganei*. Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti, 1843-44, p. 366, Venezia.
- DE BOER J. e SCHOUTEN J.A., 1965 - *Paleomagnetism as a stratigraphic and petrographic expedient for the igneous rocks of the Colli Euganei (NE Italy)*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 77, pp. 241-262, 6 ff., Padova.
- DE CONCINI C., 1967 - *Studio dei movimenti del suolo nella zona berico-euganea mediante livellazioni ripetute*. 28 pp., 3 ff., 1 tav., Società Cooperativa Tipografica, Padova.
- DELL'AGNOLA G. e CALLEGARI E., 1964 - *Studio chimico e mineralogico di alcuni terreni dei Colli Euganei. Caratteristiche mineralogiche*. Cons. Naz. Ric., 37 pp., 16 ff., Società Cooperativa Tipografica, Padova.
- DELL'AGNOLA G., CALLEGARI E. e MAGGIONI A., 1964 - *Studio chimico e mineralogico di alcuni terreni dei Colli Euganei. Caratteristiche chimiche e granulometriche*. La Ric. Scient., v. 34 (IIB), pp. 3-18, Roma.
- DE MARCHI L., 1905 - *L'idrografia dei Colli Euganei nei suoi rapporti con la geologia e la morfologia della regione*. Mem. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti, v. 27, 76 pp., 15 ff., Venezia.
- DE MARCHI L., 1927 - *L'origine delle acque termali di Monte-grotto (Euganei)*. Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., v. 5, pp. 841-845, Roma.
- DE MARCHI L., 1935 - *Idrografia ed evoluzione morfologica dei Colli Euganei*. Atti Acc. Sc. Lett. Arti Padova, v. 1, pp. 1-26, Padova.
- DE PIERI R., DE VECCHI Gp., GREGNANIN A. e PICCIRILLO E.M., 1977 - *Trachyte and rhyolite feldspars in the Euganean Hills (Northern Italy)*. Mem. Sc. Geol., v. 32, 22 pp., 9 ff., 3 tabb., 2 tavv., Padova.
- DE PIERI R., GREGNANIN A. e PICCIRILLO E.M., 1974 - *I feldspati alcalini delle rocce eruttive dei Colli Euganei. Caratteristiche mineralogiche e considerazioni petrogenetiche*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 31, 22 pp., 5 ff., 2 tavv., Padova.
- DE PIERI R., GREGNANIN A. e PICCIRILLO E.M., 1978 - *Trachyte and rhyolite biotites in the Euganean Hills (North-Eastern Italy)*. N. Jb. Miner. Abh., v. 132, pp. 309-328, 7 ff., 3 tabb., Stuttgart.
- DE PIERI R. e MOLIN G., 1979 - *Trachyte piroxenes in the Euganean Hills (North-Eastern Italy)*. N. Jb. Miner. Abh., v. 130, pp. 64-80, 14 ff., Stuttgart.
- DE TONI A., 1911 - *Di alcuni recenti lavori geologici sui Colli Euganei*. Atti e Mem. Acc. Sc. Lett. Arti Padova, v. 27, pp. 167-178, Padova.
- DE VECCHI Gp., GREGNANIN A. e PICCIRILLO E.M., 1974 - *Le rocce eruttive dei Colli Euganei. Chimismo, nomenclatura e considerazioni petrogenetiche*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 30, 27 pp., 10 ff., 7 tabb., Padova.
- DE VECCHI Gp., GREGNANIN A. e PICCIRILLO E.M., 1976a - *Aspetti petrogenetici del vulcanismo terziario veneto*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 30, 32 pp., 7 ff., 3 tabb., Padova.
- DE VECCHI Gp., GREGNANIN A. e PICCIRILLO E.M., 1976 b - *Tertiary volcanism in the Veneto. Magmatology, petrogenesis and geodynamic implications*. Geol. Rund., v. 65, pp. 701-710, 4 ff., 1 tab., Stuttgart.
- DE VECCHI Gp. e SEDEA R., 1974 - *Sui basalti eocenici dei Colli Euganei*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 31, 26 pp., 6 ff., 1 tav., Padova.
- DE ZANCHE V., GATTO G.O., PICCOLI G., SEDEA R. e ZANFERRARI A., 1976 - *New data on the tectonics of Veneto and Trentino-Alto Adige (North-East Italy). Preliminary report*. Boll. Soc. Geol. It., v. 95, pp. 187-192, 2 ff., Roma.
- DE ZIGNO A., 1845 - *Sopra due fossili rinvenuti nella calcarea dei Monti Padovani*. 8 pp., 1 tav., Sicca, Padova.
- DE ZIGNO A., 1846 - *Sul marmo di Fontanafredda nei Monti Euganei*. Acc. Sc. Lett. Art. Padova, 1845-46, 6 pp., Venezia.
- DE ZIGNO A., 1861 - *Sulla costituzione geologica dei Monti Euganei*. Acc. Sc. Lett. Arti Padova, 20 pp., Padova.
- DIENI I. e PICCOLI G., 1968 - *Sul meccanismo di eruzione di alcuni diatremi euganei*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 80, pp. 315-325, 3 ff., 2 tavv., Padova.
- DIENI I. e PROTO DECIMA F., 1963 - *Eruzioni sottomarine con lava a cuscini nell'Eocene superiore dei Colli Euganei*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 74, pp. 161-170, 2 ff., 4 tavv., Padova.
- DIENI I. e PROTO DECIMA F., 1970 - *Documentazione paleontologica dell'età oligocenica inferiore del vulcanismo euganeo*. Atti e Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 82, pp. 321-360, 7 ff., 2 tavv., Padova.
- DONÀ F., 1964 - *Di un nuovo studio sulla morfologia degli Euganei*. Riv. Geog. It., v. 71, pp. 55-62, Firenze.
- DONDINI OROLOGIO A.C., 1789 - *Saggio di littologia euganea. Saggi Scient. Lett. Acc. Padova*, v. 2, pp. 164-184, Padova.
- DUPIS A., ILICETO V. e NORINELLI A., 1972 - *Deep structural investigation by the magnetotelluric method in the area of the Berici-Euganean ridge*. Boll. Geof. Teor. Appl., v. 14, pp. 41-58, 9 ff., Trieste.
- FABIANI R., 1915 - *Il Paleogene del Veneto*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. 3, pp. 1-336, 36 ff., 9 tavv., Padova.
- FERASIN F. e PROTO DECIMA F., 1954 - *Micropaleontologia dei terreni cretaceo-eocenici del M. Ceva (Colli Euganei)*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 66, pp. 1-18, Padova.
- FILIPPI E., 1981 - *Le trachiti dei Colli Euganei*. Marmi, Graniti, Pietre, 22, pp. 39-58, Milano.
- GIANI A., 1905 - *Studio petrografico intorno ad alcune rocce eruttive dei Colli Euganei nell'Atestino*. Riv. Miner. Crist. It., v. 32, pp. 57-96, 2 tavv., Padova.
- GORLATO L., 1969 - *Abano, Montegrotto e Battaglia, centri turistico-termali*. L'Universo, v. 49, pp. 873-902, 26 ff., Firenze.
- GRAEFF F. e BRAUNS R., 1893 - *Zur Kenntniss des Vorkommens körniger Eruptivgesteine bei Cingolana in den Euganeen bei Padua*. N. Jb. Miner. Geol. Paläon., v. 1, pp. 123-133, 2 ff., Stuttgart.
- HANTKEN, von M., 1893 - *Die Clavulina-Szabdi Schichten im Gebiete der Euganeen und in den Meeralpen und die cretacische Scaglia in den Euganeen*. N. Jahrb. für Mineral. Geol. Paläont., 1893 (1), pp. 123-133, 2 ff., Stuttgart.
- HOERNES R., 1877 - *Il primo piano mediterraneo nella Valsugana e nei Monti Euganei*. Boll. Com. Geol. It., v. 8, pp. 372-375, Roma.
- ILICETO V., 1966 - *Anomalie magnetiche dell'area compresa fra i Colli Berici e Colli Euganei e loro interpretazione*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 78, pp. 73-88, 2 tavv., Padova.
- ILICETO V., 1974 - *Gravity investigation in the eastern edge of the Berici-Euganean ridge*. Boll. Geof. Teor. Appl., v. 16, pp. 160-174, 6 ff., Trieste.
- ILICETO V. e NORINELLI A., 1969 - *Risposta geofisica di masse basaltiche radicate*. Atti Ass. Geof. It., 13 pp., 9 ff., Roma.
- LONA F., 1957 - *I depositi lacustri euganei: archivio paleontologico del tardo glaciale e del periodo postglaciale*. Mem. Biog. Adriatica, v. 5, pp. 1-11, 2 ff., Venezia.
- LONGHI P., 1905 - *Appunti per uno studio geologico sopra le colline Albettone, Lovertino e Costa di Vò nel gruppo dei Colli Euganei*. Atti Acc. Sc. Ven. Tren. Istr., s. 3, v. 2, pp. 37-67, 5 ff., 2 tavv., Padova.
- MADDALENA L., 1910 - *Contributo allo studio geologico e petrografico dei Colli Euganei*. Atti Soc. It. Sc. Nat., v. 49, pp. 92-121, 1 tav., Milano.
- MADDALENA L., 1914 - *Sopra un microgranito dei Colli Euganei*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. 2, pp. 243-247, Padova.
- MAMELI E. e CARRETTA U., 1954 - *Due secoli di indagini fisiche e chimiche sulle acque minerali ipertermali, sui fanghi e sui gas euganei*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, v. 66, pp. 1-146, 10 ff., Padova.
- MASSARI F. e MEDIZZA F., 1973 - *Stratigrafia e paleogeografia del Campaniano-Maastrichtiano nelle Alpi Meridionali (con particolare riguardo agli hard-grounds della Scaglia rossa veneta)*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 28, 63 pp., 18 ff., 4 tavv., Padova.
- MONGELLI F. e MORELLI C., 1961 - *Contributi alla prospezione geotermica*. Boll. Geof. Teor. Appl., v. 3, pp. 297-306, 5 ff., Trieste.
- MORANDINI G., 1955 - *Il vulcanesimo e i suoi aspetti morfologici*. Cedam, 104 pp., Padova.
- MORELLI C., 1950-51 - *Rilievo sperimentale gravimetrico-magnetico nell'avampaesaggio dei Colli Euganei*. Ann. Geof., v. 3, pp. 523-566, 16 ff., e v. 4, pp. 355-367, 6 ff., Roma.

- MORGANTE S., 1951 - Considerazioni sulla natura e sull'origine delle acque termominerali euganee. Rend. Soc. Miner. It., v. 7, pp. 89-93, Pavia.
- MORGANTE S., 1957 - Ulteriori considerazioni sull'origine delle acque termominerali euganee. Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat., v. 48, pp. 1-8, Trieste.
- NEGRI G.B., 1889 - Sugli strati di tufo basaltico nei dintorni di Teolo negli Euganei. Riv. Miner. Crist. It., v. 6, pp. 19-21, Padova.
- NEGRI G.B., 1891 - Studio micrografico di alcuni basalti dei Colli Euganei. Riv. Miner. Crist. It., v. 8, pp. 88-95, Padova e Atti Soc. Ven. Trent. Sc. Nat., v. 12, pp. 369-376, Padova.
- NORINELLI A., 1955 a - Nuovi dati geofisici sul distretto eruttivo euganeo-berico-lessineo; Parte I - Dati gravimetrici. Boll. Geod. Sc. Aff., v. 14, pp. 33-89, 1 f., 2 tavv., Firenze.
- NORINELLI A., 1955 b - Raffittimento gravimetrico della zona centro-orientale dell'arco alpino. Ann. Geof., v. 8, n. 4, pp. 401-416, Roma.
- NORINELLI A. (con la collaborazione di A. BERNARDI e G.V. DAL PIAZ), 1963 - Rilievo gravimetrico della zona di Padova. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 75, pp. 189-202, 5 ff., Padova.
- NORINELLI A., 1964 - Studio strutturale mediante prospezione geofisica in località S. Urbano (Padova). Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 76, pp. 27-64, 6 tavv., Padova.
- NORINELLI A., 1979 - Anomalie aeromagnetiche del distretto eruttivo euganeo-berico. Mem. Sc. Geol., v. 32, 8 pp., 1 f., 1 tav., Padova.
- NORINELLI A. e BERNARDI A., 1961 - Distribuzione delle masse eruttive sepolte nella zona di M. Lozzo (Colli Euganei). Atti dell'XI Convegno dell'Ass. Geof. It., pp. 79-89, 3 ff., 2 tavv., Roma.
- NORINELLI A. e SOGARO L., 1956 - Nuovi dati geofisici sul distretto eruttivo euganeo-berico-lessineo. Parte II - Dati magnetici. Boll. Geod. Sc. Aff., v. 15, pp. 517-530, 1 tav., Firenze.
- PENCK W., 1910 - Geologische Beobachtungen aus den Euganeen. Centr. Miner. Geol. Paläont., pp. 575-581 e 597-608, 3 ff., Stuttgart.
- PERIN G., 1960 - Studio di una microfauna paleogenica di Teolo nei Colli Euganei. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 72, pp. 156-166, Padova.
- PICCIIRILLO E.M., REGNANIN A. e DE PIERI R., 1980 - Crystal-liquid relationships in a «volcanic» series. Mem. Sc. Geol., v. 34, pp. 1-21, 9 ff., 2 tabb., Padova.
- PICCOLI G., 1958 - La costituzione geologica dei Colli Euganei e l'origine delle acque termali. Rivista Euganea, anno 1, nn. 8-9, pp. 7-10, 6 ff., Padova.
- PICCOLI G., 1962 - Segnalazione di camini vulcanici d'esplosione nei Colli Euganei. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 74, pp. 41-48, Padova.
- PICCOLI G., 1963 - Cenni di geologia euganea. Colli Euganei. Guida Alpinistica-turistica, Club Alpino Italiano Padova, pp. 29-38, 1 tav., Tip. Antoniana, Padova.
- PICCOLI G., 1966 - Studio geologico del vulcanismo paleogenico veneto. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 26, 100 pp., 16 ff., 5 tavv., Padova.
- PICCOLI G., 1979 - Studi recenti sul termalismo e la geologia dei Colli Euganei. Rend. Acc. Naz. XL, s. V, v. 3 (1977-78), pp. 137-143, 2 ff., Roma.
- PICCOLI G., BELLATI R., BINOTTI C., DI LALLO E., SEDEA R., DAL PRÀ A., CATALDI R., GATTO G.O., GHEZZI G., MARCHETTI M., BULGARELLI G., SCHIESARO G., PANICHI C., TONGIORGI E., BALDI P., FERRARA G.C., MASSARI F., MEDIZZA F., ILICETO V., NORINELLI A., DE VECCHI Gp., REGNANIN A., PICCIIRILLO E.M. e SBETTEGA G., 1976 - Il sistema idrotermale euganeo-berico e la geologia dei Colli Euganei. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 30, 266 pp., 97 ff., 14 tavv., 1 carta geol. e 1 tav. di profili geol. 1:25000, Padova.
- PICCOLI G., DAL PRÀ A., SEDEA R., BELLATI R., DI LALLO E., CATALDI R., BALDI P. e FERRARA G.C., 1973 - Contributo alla conoscenza del sistema idrotermale euganeo-berico. Atti Acc. Naz. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., s. 8, v. 11, pp. 103-133, 9 ff., Roma.
- PICCOLI G., SEDEA R., BELLATI R. e DI LALLO E., 1975 - Note illustrate della carta geologica dei Colli Euganei alla scala 1:25000. 38 pp., 12 ff., 3 tavv., 1 carta geol. 1:25000, Società Cooperativa Tipografica, Padova.
- PICCOLI G., SEDEA R., BELLATI R. e DI LALLO E., 1976 - Presentazione della nuova Carta geologica dei Colli Euganei alla scala 1:25.000. Boll. Soc. Geol. It., v. 94, pp. 1349-52, 1 f., Roma.
- PIRONA A.C., 1870 - Costituzione geologica dei Monti Euganei. Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti, III s., v. 15, pp. 1153-1226, Venezia.
- PROTO DECIMA F., 1966 - Note stratigrafiche sul sottosuolo di Abano Terme (Padova). Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., v. 78, pp. 347-361, 2 ff., Padova.
- PROTO DECIMA F. e FERASIN F., 1954 - Nuove specie di foraminiferi nell'Eocene del Monte Ceva (Colli Euganei). Riv. Ital. Paleont. Strat., v. 60, pp. 247-252, 1 f., 1 tav., Milano.
- PROTO DECIMA F. e SEDEA R., 1966 - Lacune stratigrafiche fra Cretaceo e Terziario nei Colli Euganei (Padova). Boll. Soc. Geol. It., v. 85, pp. 203-208, 2 ff., Roma.
- PROTO DECIMA F. e SEDEA R., 1970 - Segnalazione di Oligocene marino nei Colli Euganei (Padova). Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., VIII serie, v. 48, pp. 156-163, 1 tav., Roma.
- RATH, von G., 1864 - Geognostische Mitteilungen über die Eukanäischen Berge bei Padua. Zeit. Deut. Geol. Gesel., v. 16, pp. 461-529, 2 tavv., Berlin.
- REYER E., 1877 - Die Euganeen. Bau und Geschichte eines Vulcans. 95 pp., 16 ff., 1 carta geol. 1:29.000, Hölder, Wien.
- RICCOBONI L., 1939 - Contributo alla conoscenza chimico-petrografica dei Colli Euganei. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti Padova, v. 55, pp. 1-35, Padova.
- RIEDEL A., 1950a - Geologia degli Euganei nord-occidentali. Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, v. 2, pp. 107-124, 2 tavv., Verona.
- RIEDEL A., 1950b - Su alcuni inclusi enalogeni a facies intrusiva nel basalto del Monte Lovertino (Colli Euganei). Atti Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, v. 62, 4 pp., Padova.
- RIEDEL A. e SCHIAVINATO G., 1947 - La differenziazione magmatica delle rocce del Lonzina (Colli Euganei). Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., VIII serie, v. 3, pp. 115-124, 1 fig., Roma.
- SCHIAVINATO G., 1941 - Contributo alla conoscenza chimico-petrografica degli Euganei. Mem. Acc. Sc. Lett. Arti Padova, v. 57, pp. 1-36, Padova.
- SCHIAVINATO G., 1944 - Studio chimico-petrografico dei Colli Euganei. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 15, 62 pp., 11 ff., 7 tavv., Padova.
- SCHIAVINATO G., 1950 - La provincia magmatica del Veneto sud-occidentale. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 17, 40 pp., 6 ff., 1 tav., Padova.
- SCHIAVINATO G., 1951 - Sull'anortoclasio incluso in una roccia effusiva femica del Monte Gemola. Periodico Miner., v. 20, pp. 193-208, 2 ff., 1 tav., Roma.
- SCHIAVINATO G., 1952 - Sulla costituzione geologico-petrografica dei Colli Euganei e sui caratteri del vulcanismo terziario nel Veneto sud-occidentale. Rend. Soc. Miner. It., v. 8, pp. 37-52, 2 tavv., Pavia.
- SCHIESARO G., 1970 - Il bacino euganeo. Tecnica della produzione delle acque termali. Gest. Unica Bac. Idroterm. Abano Terme e Teolo, 28 pp., 10 ff., Liviana, Padova.
- SCHIESARO G., 1971 - Studi sul bacino termale euganeo. Gest. Unica Bac. Idroterm. Abano Terme e Teolo, 32 pp., 10 ff., 3 tavv., Liviana, Padova.
- SCHIESARO G., 1976 - Il bacino idrotermale euganeo « Campo termale di Abano ». In: 1° Convegno di Studi sul Bac. idroterm. euganeo. Lions Club Abano-Terme Euganee, pp. 5-26, 7 ff., Erredici, Padova.
- SCHLARB A., 1961 - Morphologische Studien in den Euganeen. Frank. Geogr. Hefte, v. 37, pp. 171-199, 8 ff., Frankfurt am Main.
- SEDEA R. e DI LALLO E., 1973 - I camini vulcanici d'esplosione dei Colli Euganei. Boll. Soc. Geol. It., v. 92, pp. 783-800, 12 ff., Roma.

- SOFFEL H., 1972 - *Anticlockwise rotation of Italy between the Eocene and Miocene: paleomagnetic evidence from the Colli Euganei, Italy.* Earth Planet. Sc. Lett., v. 17, pp. 207-210, Amsterdam.
- SOFFEL H., 1974 - *Palaeomagnetism and rock magnetism of the Colli Euganei and the rotation of northern Italy between Eocene and Oligocene.* Boll. Geof. Teor. Appl., v. 16, pp. 333-355, 15 ff., Trieste.
- SOFFEL H., 1978 - *Reinterpretation of Palaeomagnetism of the Colli Euganei and Monti Lessini (Italy).* Journ. Geophys., v. 45, pp. 35-39, 3 ff., Heidelberg.
- SORBINI L., 1974 - *Nuovo giacimento di pesci fossili cretacei nel territorio di Cinto Euganeo.* Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, v. 1, pp. 538-540, 1 fig., Verona.
- SORBINI L., 1976 - *L'Ittiofauna cretacea di Cinto Euganeo (Padova-Nord Italia).* Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, v. 3, pp. 479-567, 26 ff., 31 tavv., Verona.
- SQUINABOL S., 1899 - *Revisione della florula fossile di Teolo.* Atti Soc. Ven. Tren. Sc. Nat., s. 2, v. 4, pp. 40-47, 1 tav., Padova.
- SQUINABOL S., 1902 - *Le depressioni peri-euganee.* Atti e Mem. Acc. Sc. Lett. Arti Padova, v. 18, pp. 243-248, Padova.
- STARK M., 1906a - *Die Euganeen.* Mitt. Naturwiss. Vereins, v. 4, pp. 77-96, Wien.
- STARK M., 1906b - *Gauverwandschaft der Euganeen Gesteine* Miner. Petrogr. Mitt., v. 25, pp. 319-334, 1 fig., Wien.
- STARK M., 1908 - *Geologisch-petrographische Aufnahme der Euganeen.* Miner. Petrogr. Mitt., v. 27, pp. 399-588, 22 ff., Wien.
- STARK M., 1912 - *Beiträge zum geologisch-petrographischen Aufbau der Euganeen und zur Lakkolithenfrage.* Miner. Petrogr. Mitt., v. 31, pp. 1-80, Wien.
- STARK M., 1936 - *Tiefengesteinsgebiete im Zentrum der Euganeen.* N. Jb. Miner. Geol. Paläont. Abt. A, Beil., v. 71, pp. 363-457, 1 tav., Stuttgart.
- STARK M., 1942-43 - *Basische Gesteine der Euganeen.* Tscher. Miner. Petrogr. Mitt., v. 54, pp. 123-177 e 277-372, 7 ff., 1 carta geol., 1:25000 e v. 55, pp. 137-192 e 213-270, 14 ff., Wien.
- STARK M., 1952 - *Andesitische Gesteine nebst lamprophyrischen Felarten der Euganee.* N. Jb. Miner. Geol. Paläont. Abh., v. 83, pp. 151-312, 7 ff., Stuttgart.
- STRANGE G., 1775 - *An account of a curious giant causeway, or group of angular columns, newly discovered in the Euganean Hills, near Padua, in Italy.* Phil. Trans. R. Soc. London, v. 65, p. 418, London.
- STRANGE G., 1778 - *De' monti colonnari ed altri fenomeni vulcanici dello Stato Veneto.* Memoria. 70 pp., 11 tavv., Maselli, Milano.
- SUÈSS E., 1870 - *Der Vulcan Venda bei Padua.* Sitzungsber. Akad. Wissensch. Wien, II Abt., v. 71, 7 pp., 1 tav., Wien.
- TERRIN A., 1976 - *L'attività turistico-alberghiera nella zona termale euganea.* 1º Conv. Studi Bac. idroterm. euganeo. Lions Club Abano-Terme Euganee, pp. 39-48, Erredici, Padova.
- VERNIORE R., 1956 - *Observations sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des Monts Euganéens, Padova (Saccocomas et Tintinnoidiens).* Archives Sc., v. 9, pp. 127-130, Genève.
- ZANFERRARI A., GIRARDI A., PIANETTI F. e SEDEA R., 1980 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 50-Padova (p.p.) e 64-Rovigo (p.p.).* Contr. prelim. Carta Neotet. Italia, Progr. Final. Geodin., pubbl. n. 356, pp. 437-461, Napoli.
- ZANOLLI V., 1902 - *Di un nuovo giacimento di zeoliti nel gruppo montuoso degli Euganei.* Riv. Miner. Cristal. It., v. 28, pp. 91-94, Padova.