
I graniti di Calabria e dell' Elba.

Per determinare l'età dei graniti si vedono usati ordinariamente varî criteri, i principali dei quali sono:

1° la sovrapposizione o sottoposizione delle rocce circostanti ai graniti;

2° l'esistenza di apofisi del granito nelle rocce circostanti;

3° l'esistenza di metamorfismi nelle rocce contigue al granito;

4° la presenza o l'assenza di ghiaie di granito nelle rocce contigue;

5° la posizione del granito indifferentemente sottostante a qualsiasi dei terreni sedimentari più recenti.

1. Il primo criterio, cioè il criterio stratigrafico vero e proprio, va adoperato per il granito nello stesso modo che per le altre rocce.

Al piede di tutti i massicci montuosi, nella periferia delle masse montuose più rilevate, anche entro limiti ristretti, o, in altre parole, come ho scritto molti anni fa, « in tutti i casi nei quali « si hanno montagne massiccie a pendenze piuttosto forti; direzione degli strati secondanti la superficie della montagna; pendenza degli strati piuttosto forte; contatto fra due rocce litologicamente eterogenee; in questi casi, generalmente, gli strati « altimetricamente superiori al contatto si rovesciano parzialmente « o generalmente sopra gl'inferiori ». Ciò si verifica quasi generalmente secondo gli autori al piede meridionale del Giura, al piede settentrionale delle Alpi, e secondo gli autori e secondo me, al

piede meridionale delle Alpi orientali, di gran parte di quelle occidentali, del monte Pisano, in molta parte delle Alpi Apuane ed in una infinità di altri casi. Questo fatto assai noto ha dato luogo e dà luogo ogni anno ad una quantità d'ipotesi, per gran parte fuori di proposito, che qui è inutile accennare, se non per mostrare quanto il fatto sia generale.

Certo le circostanze più favorevoli per la verificazione di simili fatti si devono avere presso il contatto del granito con altra roccia. Se il granito forma uno scoglio od una montagna massiccia, con pendenze piuttosto forti, isolata sopra le rocce circostanti, specialmente se schistose; in tal caso queste rocce schistose, per tratti più o meno estesi, scenderanno al disotto del granito: ma la loro pendenza, effetto di inversione, starà a provare che il granito è la roccia più antica, piuttosto che la più recente. Il Salomon in un suo dottissimo lavoro, di cui riparlerò più sotto ⁽¹⁾, non tien conto di questo criterio stratigrafico sostanziale e badando solo alle apparenze, trae la conclusione che l'età dei graniti periadriatici sia molto recente, mentre all'occhio dello stratigrafo, quand'anche si trattasse di tutt'altra roccia che di granito, apparirebbe più verosimile, anche giudicando dal solo lavoro del Salomon, la conclusione contraria.

Quando le masse granitiche sono più o meno sconturbate, le circostanze stratigrafiche, in mancanza di fossili che schiariscano la questione, debbono decifrarsi sceverando fra gli strati regolari e quelli invertiti, come si potrebbe fare di qualsiasi altra roccia antica, perciò soggetta a sovvertimenti che ne hanno indubbiamente disturbato le circostanze stratigrafiche primitive.

2. L'esistenza di apofisi è pure criterio da usarsi con molto discernimento. La questione delle apofisi, già tanto e tanto discussa con conclusioni disformi, non può qui trattarsi in modo principale. Convieni por mente se le apofisi sieno identiche o no al granito di cui si discute, mentre ordinariamente l'identità non esiste. Convieni por mente se le apofisi, oltre che le rocce circostanti, traversino anche il granito, nel qual caso esse sono più recenti di queste e di quelle.

⁽¹⁾ Salomon W., *Ueber Alter Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitischkörnigen Massen*. Wien, 1897.

Una roccia come il granito, contenente tal quantità di materiali alcalini, è atta più di qualunque altra roccia a dar luogo ad una infinità di soluzioni e di reazioni sotto l'azione di acque a maggiore o minore temperatura e pressione. L'uscita di acque alcaline e la formazione di segregazioni della stessa natura della roccia, specialmente sotto l'influsso di speciali circostanze, se non avesse luogo per eccellenza nei graniti e nei calcari non potrebbe aver luogo in nessun'altra roccia. Alle apofisi dei graniti non si può dare una importanza diversa da quella che tutti danno alle vene, ai filari e alle apofisi di calcite che provengono dai calcari. Dando alle apofisi dei graniti una importanza diversa si entra in un campo d'ipotesi, le quali possono corrispondere completamente alle idee di uno o di altro scienziato, ma che difficilmente han corrispondenza nel campo dei fatti reali. La interpretazione più verosimile dei fatti fa credere che apofisi nel granito, come nei calcari, se ne possano formare in tutte le età, anche attualmente, e che la materia derivata, cioè l'apofisi, sia sempre più recente della materia prima, cioè, nel caso nostro, del granito. La età dell'una non determina l'età dell'altra.

3. Lo stesso dicasi del metamorfismo.

L'azione metamorfica dei graniti a contatto colle rocce circostanti, nel momento d'una loro supposta eruzione, in una età posteriore alla formazione di quelle stesse rocce, è una ipotesi pura e semplice.

Noi non conosciamo rocce vulcaniche moderne le quali venendo a contatto con rocce sedimentarie dien luogo a metamorfismi consimili a quelli che si verificarono spesso attorno ai graniti: chi sostiene che un granito solamente alteri in quei modi le rocce vicine, entra già in un campo di pretta ipotesi non corroborata ma contraddetta da una serie di fatti attuali che ciascuno può verificare.

Le alterazioni delle rocce a contatto di molti graniti sono sovente, bensì, analoghe alle alterazioni di molte rocce in origine sedimentarie che vediamo proiettate nelle eruzioni esplosive del Vesuvio e di tanti altri vulcani. Si dice perciò che nell'interno dei focolari vulcanici, a profondità, si manifestino alterazioni simili a quelli delle rocce contigue ai graniti e se ne trae criterio di analogia fra rocce vulcaniche e graniti.

Premettasi che proprio identità assoluta tra i metamorfismi che avvengono nelle due diverse circostanze non vi è; certe alterazioni forse dovute ai gas o ad altre circostanze proprie delle eruzioni vulcaniche non si verificano presso i graniti.

Inoltre parte delle alterazioni che si osservano nei proietti metamorfici vulcanici sono preesistenti alle eruzioni vulcaniche e forse anche dovute a cause diverse da queste. Al Vesuvio, agli Astroni ed in parecchi altri vulcani, i proietti metamorfosati si trovano nei tufi appartenenti alle prime eruzioni esplosive e segnalanti il primo periodo eruttivo di quelle regioni, precedenti perciò alle eruzioni laviche e scoriacee, per esempio a quelle del Vesuvio e del cratere centrale di Astroni.

Concludendo, possiamo affermare che i metamorfismi delle rocce contigue ai graniti sono dovuti alla contiguità di questi: possiamo ritenere in via d'ipotesi molto verosimile che queste alterazioni sieno originate per via idrotermale e per *agenti mineralizzatori* che ebbero regolata la loro azione dalla presenza dei graniti. Ma l'affermare che le alterazioni avvennero per effetto di una supposta eruzione dei graniti, è una ipotesi la quale, se pure avesse qualche indizio a suo favore, ne ha troppi altri in contrario; vale a dire, come tutte le consimili ipotesi scientifiche, ha tutte le probabilità contro di sè.

4° La presenza di ghiaie di granito nelle rocce immediatamente circostanti prova che il granito preesisteva alle rocce; ma la mancanza delle ghiaie non prova affatto che quello mancasse. Le ghiaie si formano solo in circostanze particolarissime, nel caso di terreni emersi in terra ferma e ordinariamente adiacenti al mare. Se le rocce non sovrincombono direttamente al mare, o non stanno a piccolissima profondità sotto di esso, e ben si vede che questi debbono essere i casi di gran lunga più rari, queste rocce non danno ghiaie. Sicchè un terreno antichissimo o recente può coprire il granito senza contenere ghiaie di questo.

5° L'indifferente sottoposizione poi del granito a tutte le successive rocce della scala sedimentaria proviene unicamente dalla antichità del medesimo ed è comune necessariamente a tutte le rocce antiche come esso o poco meno di esso, le quali dalla loro origine in poi hanno risentito lunghissime vicende e possono trovarsi in contatto con ogni terreno delle età successive.

Gl'istessi criteri che sono venuto esaminando e che a molti servono per determinare l'età dei graniti sono fondati sopra una ipotesi molto diffusa, che potrebbe anche essere verosimile, ma che intanto, essendo ben lungi dall'essere provata, non potrebbe essere presa come un fatto fondamentale vero, senza pericolo di cadere in gravi errori. Questa ipotesi è che i graniti sieno *Laccoliti*, vale a dire rocce plutoniche rimaste nell'interno del suolo, emerse in età varie, anche recentissime. La prima idea di questi *Laccoliti*, fu che essi avessero fatto eruzione, espandendosi a guisa di focaccia in mezzo a terreni preesistenti, scegliendo le superfici di separazione fra uno strato e l'altro, e spesso anche fra un piano geologico e l'altro. L'assurdità di questa ipotesi, della quale niun'altra fra le ipotesi geologiche fu maggiormente contraria alle leggi della fisica, portò ad alcune modificazioni, supponendo ad esempio alcuni che i *Laccoliti* fossero penetrati negli strati anche rompendoli irregolarmente, o che fossero penetrati in cavità preesistenti, o che si trattasse puramente di masse appartenenti a strati alternati e trasformati in granito sul posto, e così via. Tutte queste ipotesi, pur evitando alcune delle più patenti assurdità dell'ipotesi primitiva, oltre a cozzare contro difficoltà fisiche, hanno il grave difetto di essere ipotesi pure e semplici, stabilite per secondare idee di uno o di altro scienziato, ed in una quantità di casi fondate sopra interpretazioni errate e non scientifiche dei fatti.

Di fronte a tutte queste nuove idee, l'idea primitiva dei graniti originati per eruzioni plutoniche provenienti da profondità, formanti la parte più profonda e più interna delle masse montuose, producenti la sollevazione di queste, idea che, naturalmente, non accetto, è pure una idea più geniale, meno difforme dai fatti, e perciò, sebbene ora esclusa, avente una percentuale di probabilità maggiore della ipotesi delle *Laccoliti* e delle ipotesi affini.

Senza procedere oltre basti dire che il migliore modo di determinare l'età del granito è questo: cioè il determinarla come si farebbe di tutt'altra roccia che non fosse il granito.

So bene che oltre i graniti, che io ed altri riteniamo antichissimi, ve ne sono in Italia, per esempio, di eocenici, perchè si trovano in mezzo a strati eocenici; così altrove ne possono essere di ogni altra età; ma l'età loro recente dovrà determinarsi senza preconcetti nello stesso modo che fu determinata l'età del granito eocenico.

Passiamo ora ad esaminare a proposito di alcuni lavori recenti, che hanno attribuito ai nostri graniti età moderna, le tre regioni granitiche della Calabria meridionale, dell'Elba, della Cima d'Asta nel Trentino.

Granito e Diorite quarzifera della Calabria meridionale.

Il De Lorenzo, che tanti servigi ha reso e tanti ne renderà alla geologia italiana, in uno scritto recente, ha sostenuto l'età non antica e l'origine eruttiva dei graniti di Calabria (1). Io prenderò in esame gli argomenti svolti da lui, considerandoli però come impersonali e come argomenti che, per avventura, chiunque altro avrebbe potuto proporre.

Egli afferma che i detti graniti hanno aspetto massiccio, non stratificato, e che se vi è qualche apparenza di stratificazione, questa è locale e dovuta ad originaria fluidità o a dinamometamorfismo. Forse egli fu suggestionato dall'esame della carta geologica del Cortese (2), nella quale il granito è rappresentato appunto come massiccio, cosa assai comoda per evitare minute osservazioni; ma secondo me non rispondente alla realtà. Come già ho detto altra volta (3), non è sempre facile a prima vista riconoscere l'andamento dei banchi o strati dei graniti o di alcuni calcari, ma i criteri per riconoscerli esistono e chi studiò i graniti di Calabria, sino al Novarese, riconobbe la disposizione parallela degli elementi micacei e degli altri elementi colorati, tale da dare ad essi il carattere di *gneiss*, quantunque quel parallelismo sia stato magari spiegato in vari modi, e quantunque quel carattere *gneissico*, ben palese nelle masse in posto, non sia sempre riconoscibile al semplice esame di pezzetti posti nelle collezioni. Quella disposizione *gneissica* e gli altri caratteri, dirò così, stratigrafici, del granito di Calabria, non accennano certo menomamente ad una disposizione flui-

(1) De Lorenzo G., *Studi di geologia nell'Appennino settentrionale* (Atti R. Acc. di Sc. fis. e nat. Vol. VIII, serie 2^a, 2, 7, 1896):

(2) Cortese G., *Descrizione geologica della Calabria* (R. Uff. geol. *Memorie descr. della Carta geol. d'Italia*. 1895); Cortese, R. Uff. geol. *Carta geologica d'Italia*. Fogli 233, 241, 242, 245, 246, 247, 263, 264.

(3) De Stefani C., *Jejo, Montalto e Capo Vaticano* (Atti R. Acc. Lincei, 1884).

dale, e per quante irregolarità essi presentino, pure accennano ad un tutto coordinato ed armonico che sarebbe compito di uno stratigrafo il distinguere, quand'anche si trattasse di apparenze fallaci. È poi fuori del vero il De Lorenzo, quando ritiene che per dare apparenza gneissica e struttura scistosa, stratiforme, sia necessario che « le miche si fendano in larghi strati membranosi, tra i « quali dovrebbero alternare straterelli sottili di materia feldspatica « e di quarzo » (p. 14). Niuno chiamerebbe *gneiss* il granito dell'Elba e del rimanente della Toscana, visto pure da più d'uno che lo chiamò granito, mentre chiamò *gneiss* la roccia di Calabria; niuno o pochi chiamerebbero *gneiss* la roccia di Cima d'Asta, ma chi vide il *gneiss* ed i graniti delle Alpi Occidentali, di Svezia, di Finlandia e d'altrove, non esiterebbe, credo, a chiamare *gneiss* anche la roccia della Calabria meridionale od almeno a riconoscere nella massima parte di essa una disposizione regolare a banchi.

Però la differenza d'idea sulla stratificazione o meno del granito o *gneiss* calabrese, non ha importanza capitale nelle ipotesi che si possono fare sull'origine del granito, che può essere vulcanico, anche avendo strati appariscenti e coordinati, e se si vuole non ha importanza capitale nemmeno per l'età relativa, che, nell'un caso o nell'altro, rimarrebbe sempre la stessa.

Vediamo piuttosto i rapporti stratigrafici. Io, e prima di me altri, già abbiamo separato i *gneiss* o graniti biotitici del Capo Vaticano o Poro, di Cittanova e di Scilla, della regione occidentale insomma, da quelli della regione centrale ed orientale. I primi sono *gneiss* e graniti biotitici dei quali i più somiglianti, fuor di Calabria, non si trovano più nell'Appennino fino a Savona; sono identici ai *gneiss* ed ai graniti centrali delle Alpi occidentali e sono, secondo me, la roccia più antica della regione. Gli altri sono in realtà Dioriti quarzifere riccamente anfiboliche, simili o identiche alle Tonaliti, e pur serbando chiare disposizioni a banchi, sono più intimamente legati coi Micaschisti e cogli schisti cristallini antichi, e probabilmente appartengono ad età più recente.

Il De Lorenzo unisce gli uni e gli altri come graniti più recenti delle rocce circostanti, ed ecco veramente una differenza essenziale fra il modo di vedere suo ed il mio.

Il De Lorenzo ammette che la serie delle rocce pretriassiche di Calabria sia la seguente cominciando dal basso: 1. Filladi;

2. Micaschisti; 3. *Gneiss*; 4. Le masse granitiche in discussione. Succede il Trias; anzi nella Calabria meridionale succede direttamente il Titonico. Anche in siffatte affermazioni, come in quelle precedenti, il De Lorenzo accetta, salvo lievi cambiamenti di nome, le idee rappresentate nella carta pubblicata dal Comitato geologico. Invece la serie delle rocce antiche calabresi ammessa da me, salvo i soliti lievi cambiamenti di nome, è proprio completamente inversa a quella del De Lorenzo essendo che le sue rocce cui ho dato i n. 1, 2, 3, 4, si succedano invece, secondo me, con ordine completamente invertito, cominciando dal suo n. 4 la più antica.

Se la contestazione sull'età si riducesse ad una sola o a due di quelle rocce, per avventura solo ai graniti, credo che pur nell'avvenire potrebbero restare varie incertezze e dubbi gravi; ma la inversione completa della serie secondo i due sistemi, mi fa credere che i successivi osservatori spassionati potranno decidere la questione in modo sicuro, secondo un sistema o secondo l'altro.

Secondo il sistema del De Lorenzo che pone i graniti come roccia più recente, le filladi come roccia più antica, si verificherebbe in Calabria questo fatto, che quanto più una roccia è cristallina, quanto più è alterata, quante meno tracce di sedimentazione porta seco, tanto più è recente; quanto meno è alterata, quanto più distintamente stratificata, quanto più chiare contiene tracce di organismi tanto più è antica.

Infatti se le filladi di De Lorenzo furono da me poste in età meno antica fu non solo per la disposizione stratigrafica ma per la poca alterazione, e per la sovrabbondanza di materia carboniosa che ne fa vere grafiti o grafititi, niente dissimili da quelle che si trovano anche nel permiano e nel carbonifero del monte Pisano, in Toscana. Il Cortese, almeno, sottrae alla zona delle filladi una parte inferiore degli strati meno o punto carboniosi, facendone, insieme a qualche altro strato, una zona che ei chiama di *gneiss* e micaschisti fondamentali, da non confondersi con quella zona di anfiboliti e micaschisti che io ritengo succedere immediatamente al granito o *gneiss* fondamentale. D'altra parte il Cortese stesso, per non trovarsi costretto a ringiovanire quelle sue Filladi fondamentali, nega fede al ritrovamento d'un trilobite devoniano nelle Filladi presso Pazzano. Il De Lorenzo invece, molto più avvedutamente, ammette il ritrovamento di quel trilobite, accetta l'eventuale attribuzione al

devoniano di tutte le filladi fondamentali, e le rocce ch'egli ritiene superiori, sino al granito, crede possano distribuirsi ne'vari piani del Carbonifero.

Si può osservare che in tutto l'Appennino toscano, in tutte le Alpi orientali, nell'Arcipelago toscano, in Corsica e in Sardegna, ove sono rappresentati tutti i piani paleozoici, se in questi piani si manifestano de' *gneiss* microcristallini ed altri scisti alquanto cristallini, non vi ha traccia di rocce simili a quelle di Calabria che il De Lorenzo attribuisce al paleozoico superiore, le quali invece si trovano, senza differenze, nei terreni prepaleozoici delle isole e delle Alpi stesse. Il De Lorenzo, poi, mentre ritiene equivalenti ad una *facies* di *Flysch* le filladi, chiama tufi vulcanici gli *gneiss*, i micascisti e gli altri schisti cristallini, sovrastanti secondo lui, sottostanti secondo me.

L'idea che le filladi equivalgano ad un *Flysch*, fra parentesi, non mi pare accettabile: le *facies* di *Flysch*, checchè si dica, sono *facies* di mare profondo, e nelle medesime non s'incontrano quelle tracce carboniose che sono così diffuse nelle Filladi.

Quanto al supporre che siano tufi vulcanici i micascisti e gli schisti cristallini, trattandosi di rocce così antiche, l'ipotesi può mettersi fra le possibili, con che però si riconosca che quelle rocce hanno risentito, dalla loro formazione in poi, metamorfismi oltremodo intensi, sebbene il De Lorenzo li escluda solo perchè ammettendoli, e ben a ragione lo dice, riuscirebbe « inesplicabile come questo dinamometamorfismo avrebbe poi lasciato inalterati i soprastanti » (così egli dice) graniti e le sottostanti (secondo lui) filladi producendo solo in essi delle lievi e locali trasformazioni » (p. 38).

Certo è che niun tufo vulcanico sicuramente riconoscibile come tale e non alterato ha quei caratteri cristallini degli *gneiss* e dei micascisti calabresi. Il De Lorenzo, poi, dopo emessa l'idea che questi schisti cristallini sieno tufi vulcanici, sostiene, come dicevo, che la roccia vulcanica madre, cioè il granito, sta sopra, e paragona quelle rocce ai tufi dei Campi Flegrei. Però ne' Campi Flegrei le rocce vulcaniche accompagnano i tufi, e quando la roccia vulcanica non accompagna i tufi, suol precederli, non tener loro dietro, come sarebbe secondo le idee applicate dal De Lorenzo in Calabria.

Ma se proprio i graniti calabresi fossero una roccia vulcanica d'età carbonifera, fossero subaerei o sottomarini, si presenterebbero

assai diversamente; cioè con aspetto stratigrafico e topografico diverso, con numerose e variate alternanze di sedimenti marini coevi, non alterati, cosa che certamente non si verifica. Le rocce eruttive del paleozoico di Sardegna e delle Alpi orientali si presentano ben diversamente dai graniti o *gneiss* che siano di Calabria. Inoltre, se proprio i graniti fossero una roccia vulcanica carbonifera, ricoprente antiche rocce calabresi, sarebbe veramente singolare che non fosse rimasta traccia delle altre rocce che a loro volta avrebbero dovuto ricoprirli con strati ed in modi che la stratigrafia non ci palesa.

Il De Lorenzo afferma che « manca qualsiasi argomento di fatto « che dimostri la sovrapposizione delle masse scistose alle granitiche » (p. 33), e che è « quasi costante e generale la sottoposizione degli schisti filladici ai micacei e ai gneissici e di tutta « la serie schistosa alle masse granitiche » (p. 35).

Questa affermazione mi sembra non esatta.

È vero che il De Lorenzo fa già la distinzione « di qualche sottil lembo scistoso posteriore » al granito (p. 38), senza però fermarsi a discorrere di tale cosa che dovrebbe essere, anche secondo lui così importante. Io non parlo che dei *gneiss* o graniti della Calabria meridionale; ma intanto per questi il Cortese dà alcuni spaccati, i quali tutti, e sono quelli coi numeri 11, 12, 13, se vogliamo ad onta delle sue affermazioni teoriche (1), mostrano i graniti sotto la sua zona, secondo lui la più antica, delle filladi, cioè sotto le filladi di Pazzano lungo lo Stilaro (fig. 11), cosa che credo possa essere facilmente verificata da tutti, sotto le filladi di Mammola (fig. 12) e sotto le filladi del San Jejunio (fig. 13). Io mi scosto dal Cortese in questo, che attribuisco ai graniti, cioè agli *gneiss*, una pendenza, coerente, nei casi predetti, a quella delle rocce sovrastanti.

Non ripeterò le parole con le quali affermavo nel mio lavoro sulla Calabria, dandone ripetute indicazioni, la sottoposizione del granito o *gneiss* antico a tutte le altre rocce; riprodurrò invece varî spaccati fatti da me in quel tempo, i quali, per cagioni di economia, non trovarono posto nella pubblicazione d'allora.

(1) *Descr. geol. della Calabria.*

Nello spaccato 1 la Tonalite dei colli di Gasperina sta sotto ai micaschisti, anfiboloscisti, e *gneiss* granatiferi della Serra.

Nella fig. 2 le Tonaliti dei colli a mezzogiorno di Satriano e Argusto, che mi sembrarono pendere contro il mar Jonio, si dirigono sotto gli schisti cristallini di Chiaravalle e Monterosso. Per questi due spaccati la distinzione delle rocce fatta dal Cortese concorda con la mia.

Nello spaccato 3, il granito tonalitico di Serra San Bruno e Simbario, con strati pendenti circa ad ovest, sta sotto ai micaschisti e *gneiss* granitiferi di Pazzano uniti dal Cortese alla tonalite in un solo colore.

Nello spaccato 4, il granito, in molta parte tonalitico, di Serra San Bruno sta a levante sotto le filladi di Pazzano, come anche lo pone il Cortese, a ponente sta sotto agli schisti cristallini dei colli di Caridà uniti dal Cortese al granito.

Nello spaccato 5, i *gneiss* antichi o graniti di Bagnara e Sinopoli, pendenti contro il Tirreno, scendono sotto gli schisti cristallini di Monte Scardo; il Cortese, che secondo me separa inopportuna-mente cotale rocce da altre affatto identiche, le attribuisce tutte alla sua zona degli *gneiss* e micaschisti fondamentali.

I miei spaccati valgono gli altri, e potranno introdursi perfezionamenti e spostamenti, ma rispondono al fatto osservato e riprodotto anche negli spaccati del Cortese, della sottoposizione dei graniti ad ogni altra roccia, e non si comprende come il De Lorenzo abbia affermato che manca qualsiasi argomento di fatto che dimostri quella sottoposizione.

Il De Lorenzo dice che « le filladi nei valloni di Maida e « di Iacurso, i micaschisti, gli *gneiss*, inclinando in massa e costantemente a sud vanno a mettersi sotto la grande massa « granitica della Serra e della regione del Poro » (p. 35). Il De Lorenzo allude alle filladi indicate con quella pendenza, uno dei pochi luoghi a pendenze segnate, nella carta del Cortese, pendenza che, se non m'inganno, trovasi già accennata da autori antecedenti. Quelle pendenze, invertite o regolari che siano, non alterano la normalità dei rapporti del granito o *gneiss* antico. Il *gneiss* antico del Poro e la tonalite della Serra sono lontanissimi dalle filladi dei luoghi che De Lorenzo accenna, le quali filladi, o meglio i cui più antichi e più lontani schisti cristallini, certamente, da

una parte si sovrappongono alla Tonalite delle pendici jonie della Serra, come risulta anche dagli spaccati del Cortese, mentre dall'altra parte gli schisti cristallini di Monteleone ⁽¹⁾ e del Pizzo si sovrappongono al granito o *gneiss* antico del Poro.

Vi sono è vero, alcune pendenze, e già le notai nei passati lavori, contrarie a quelle indicate fin qui e sulle quali il De Lorenzo potrebbe fondarsi.

Il Suess ritenne in addietro che il granito o *gneiss* antico dei monti circondanti la Piana, da lui pure ritenuto essere roccia fondamentale più antica di ogni altra, insieme con gli schisti cristallini sovrastanti, pendessero a levante, rimanendo così interrotti sul versante Tirreno, e su tale supposizione fondò certe sue teoriche ⁽²⁾. Io affermai che anzi gli strati, in quella regione, pendono all'inc contrario, cioè verso ponente e che il granito dei monti di Cittanova sta sopra gli schisti cristallini, e questi sopra le filladi carboniose più recenti ⁽³⁾. Presento ora due relativi spaccati (fig. 6, 7). Si noti che le tre altre serie di rocce distinguibili in quella regione, nella carta del Cortese sono tutte unite nella sua serie dei graniti,

Ritengo che un poco più a settentrione, verso Laureana, oltre al lembo orientale, compaia anche il lembo occidentale degli schisti cristallini, sovrapposto questo, per conseguenza al rovesciato granito. Siccome poi l'inversione delle rocce si estende per un certo tratto che non ho determinato, così sospetto che lo spaccato n. 12 del Cortese (L. c.) nel quale, coerentemente agli altri suoi, il granito del monte della Limna è figurato sottostante agli schisti

(1) In qualcuno de' suoi lavori il Neviani, parlando dei filoni di Sillimanite negli schisti cristallini delle vicinanze di Monteleone, dice che furono trovati dal prof. Pignatari. In realtà fui io che in una escursione insieme fatta indicai al Pignatari l'esistenza e il nome del minerale. La provenienza della Sillimanite con la quale eran fatti gli strumenti preistorici, scoperti poco prima dal Lovisato nella Calabria settentrionale, era fin allora sconosciuta.

(2) E. Suess, *Die Erdbeben des südlichen Italien* (K. K. Akad. d. Wissensch. Wien 1874), V. tavola. Burgerstein und Noè, *Geologische Beobachtungen im südlichen Calabrien* (Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wiss., Bd. LXXXI, Wien, 1880, V tavola).

(3) *Iejo, Montalto e Capo Vat.*; p. 285.

dei colli di Mammola, possa essere inesatto, e che le pendenze vi debbano essere invertite.

Posso aggiungere che nel versante Ionio verso Agnana e Gerace si manifestano due piccole masse di granito, anzi di *gneiss* antico, a strati, checchè si dica, visibili, pendenti regolarmente a levante insieme con alcuni pochi schisti cristallini sovrastanti, e pendenti perciò al contrario dei graniti di Cittanova, forse anche pendenti al di sopra delle filladi e rovesciati quindi in parte pur essi, ciò che non si può ben precisare essendo nascosto per un certo tratto il sottosuolo intercedente tra filladi e granito. Nell'insieme l'andamento delle stratificazioni di quei luoghi riproduce la figura di una doppia piega (fig. 6, 7), come alcuni direbbero, cioè di due pieghe convesse, contrastanti fra loro, rovesciate l'una contro l'altra e pendenti all'esterno.

In qualunque modo s'intenda la stratigrafia di quelle regioni, bisogna ammettere che l'esistenza di pieghe rovesciate in quei terreni antichi sia cosa non ipotetica ma reale.

Il De Lorenzo afferma che « pei graniti dell'Aspromonte non « è sicuramente dimostrabile una disposizione a pieghe, siano esse « normali, che rovesciate (p. 35), quantunque poi egli parli di « possenti corrugamenti orogenici a cui le rocce andarono sog- « gette » (p. 42). Sarebbe veramente ben singolare che data una serie di pendenze supposte regolari in una regione montuosa antica, per quanto semplice, non si trovassero pendenze inverse; e sarebbe pur singolare che là dove si ha una lunga e quasi continua inversione di strati eocenici sovrapposti al miocene, come nelle pendici jonie, ivi non si manifestassero pieghe ed inversioni nelle rocce antiche. Quanto più una roccia è antica, tanto più fu soggetta a ripiegamenti ed a perturbamenti infiniti, ed io sono persuaso che gli strati più o meno cristallini della Calabria siano compressi e sconcertati assai più che non s'immagini, quantunque le carte esistenti, le quali non danno nemmeno l'indizio di una disposizione a banchi o a strati nella maggior parte delle rocce, non siano atte nemmeno a farci venire l'idea di ciò.

La disposizione degli strati che io ho indicata giustifica la mia idea della distribuzione delle rocce antiche della Calabria meridionale e del Messinese in tre grandi pieghe convesse, o massicci, o zone, che io chiamai altra volta *ellissoidi* in senso geologico,

s' intende, non in senso prettamente matematico. Questa idea, naturalmente, non può essere approvata dal De Lorenzo, ma infine essa può risultare dal solo esame di una carta geologica, poichè le rocce antiche dei Monti Peloritani sono separate dalle rocce antiche dell'Aspromonte mediante terreni pretriassici, più recenti; come le rocce antiche dell'Aspromonte sono separate da quelle del Poro o Capo Vaticano mediante schisti cristallini dei Monti di Jonadi, Filandari e Laureana, ciò che per vero dire non risulta dalla carta del Cortese, il quale li riunisce tutti al granito.

Ho detto che l'istmo di Catanzaro, lo stretto di Messina, la valle del Mesima rispondono a sinclinali; qualora si credesse che tale parola implicasse una idea di soverchia regolarità, si sostituisca la parola introdotta nella scienza dopo il mio succitato lavoro, di *piega concava*. L'esistenza di questa non esclude naturalmente le complicazioni, le inversioni e le compressioni degli strati, nè le alterazioni e corrosioni d'ogni genere sopravvenute in terreni così antichi e dopo la manifestazione dei massicci, o zone o ellissoidi che tuttora si vedono.

Esistono poi dei filoni di granito (non di *gneiss*) i quali traversano non solo gli *gneiss* antichi o granito biotitico, ma anche i micaschisti e gli altri schisti cristallini adiacenti ai *gneiss* predetti, e talora anche le filladi, e sono perciò sicuramente più recenti di tutte queste rocce. Essi, come già altrove ho detto, diversificano dal granito o *gneiss* biotitico, oltre che per la grossa cristallizzazione dei componenti, per la Tormalina e per la Mica Lepidolite, attestanti reazioni pneumatolitiche od agenti mineralizzatori sopra le materie previamente costituenti il granito o *gneiss*.

Di questi filoni, che chiama eruttivi, a comprovare l'origine eruttiva del granito o *gneiss* antico, il De Lorenzo dice che « sono « anastomizzati in basso e si ramificano verso l'alto, disposizione « non possibile se le zone schistose rappresentassero i lembi inferiori di pieghe rovesciate, perchè in questo caso le iniezioni anogene rassomiglierebbero a un gruppo di radici » (p. 36).

Di questi filoni che sono spesso intrecciati fra loro, ben di rado « ramificati » a uso alberi, e così lunghi da non vedersi il principio e la fine, io non potrei affermare la stessa cosa che afferma il De Lorenzo, nè una cosa diversa. Essi partono dal granito e nelle vicinanze del granito; supposte le circostanze come le pone

il De Lorenzo, e supposto il granito essere la roccia più recente, converrebbe pur supporre che i detti filoni provenienti da profondità coi rami in alto e le radici in basso, prevalessero in basso e raramente e sottilmente giungessero in alto, cioè vicino al granito; sarebbero in altre parole più frequenti lontano che vicino a questo; di ciò non convengo affatto. Inoltre, se si chiama vulcanico il granito, l'ammettere che da questo o in rispondenza a questo si diramino filoncelli o vene, sarà cosa possibile, ma non è cosa che ordinariamente si verifichi nelle infinite correnti di rocce vulcaniche le quali si vedono per ogni dove.

Altri, cioè chi vuole il granito plutonico e laccolitico, non già vulcanico, supporrà che i detti filoni granitici sieno diramazioni direttamente provenienti dal nostro granito a profondità, ma chi ammettesse tale supposizione contrasterebbe subito le ipotesi e le idee stratigrafiche del De Lorenzo. A contraddire però anche quest'ultima supposizione stanno i fatti già da noi esaminati.

Secondo me i filoni granitici che traversano e lo *gneiss* e le altre rocce più recenti sono secrezioni molto recenti, per avventura anche attuali o quasi, avvenute pel verificarsi di speciali circostanze e per via idrica. Obietta il De Lorenzo che se tale fosse l'origine dei filoni, si vedrebbero silicati idrati, carbonati ed altri minerali originati da soluzioni acquose (p. 12). Non fa bisogno osservare che tali fatti si verificherebbero nel caso di azioni idriche superficiali e quasi esterne. Acque interne ad alta temperatura ed a pressione producono altri risultati. Quanto alla possibilità di una origine idrica o per agenti mineralizzatori, o, come altri direbbe, per cause pneumatolitiche, di ciascuno dei componenti quei filoni, credo che niun litologo o mineralogista sarebbe disposto a negarla, nemmeno fra quelli che danno al granito una origine laccolitica.

A comprovare l'origine eruttiva del granito o *gneiss*, il De Lorenzo cita pure gl' inclusi, cioè « i frammenti angolosi e appiattiti « di *gneiss*, micaschisti, argilloschisti, scisti quarzatici ed altre rocce « scistose che esistono nella regione » (p. 16). Il fenomeno al quale accenna il De Lorenzo deve essere ben raro o forse limitato a frane superficiali e locali, se io non ne ho mai trovato tracce. Io ho osservato bensì lenti e veri strati, secondanti ed alternanti con quelli del *gneiss*, di cloroschisto, di micaschisti, di diorite, perfino di grafite e di calcari marmorei, circostanze che il De Lorenzo ed il

Cortese sembrano aver dimenticato nel determinare la natura del loro granito, e l'andamento delle sue masse. Posso affermare che frammenti e nemmeno piccole lenti delle filladi sericitiche o carboniose, le più recenti, secondo me, le più antiche secondo gli altri, nel granito o *gneiss* antico non se ne trovano mai.

Concludendo adunque :

I. La roccia in questione, per la divisione de' suoi strati, e per l'alternanza dei materiali che la accompagnano, pare a me uno *gneiss*, piuttosto che un granito.

II. Essa è distribuita in tre zone o gruppi, o masse, o massicci, o ellissoidi, cioè nei monti Peloritani, nell'Aspromonte, nel Poro, lasciando stare le zone esistenti a settentrione dell'Istmo di Catanzaro.

III. Quel *gneiss*, particolarmente quello del Poro e quello dei monti di Scilla, Bagnara, Cittanova è la roccia fondamentale sottostante stratigraficamente a tutte le altre. Mancano tutte le circostanze che vi dovrebbero essere se quel *gneiss* fosse sovrastante a tutte le rocce pretitoniane della Calabria.

IV. Talora vi sono inversioni e rovesciamenti, ma parziali, che non intaccano la regola generale stabilita al numero III.

V. La serie delle rocce sopra lo *gneiss* è 2° il Micaschisto, 3° la Fillade sericitica, 4° la Fillade carboniosa appartenente negli strati più alti al Devoniano, 5° il calcare Titoniano.

VI. Dei filoni e delle vene granitiche traversano il *gneiss* predetto, come i micaschisti, e talora le filladi soprastanti. Essi sono verisimilmente prodotti di secrezioni, ed appartengono sicuramente ad età più recente di tutte le rocce che hanno traversato.

VII. Gli *gneiss* antichi sono sedimenti metamorfici, o, per ipotesi, anche rocce vulcaniche metamorfiche, ma sono la roccia più antica, che sia visibile allo scoperto, in tutta la Calabria ed in tutta la Sicilia.

Granito di Monte Capanne all'Elba.

In Toscana il granito comparisce nel monte Capanne all'Elba, a Montecristo ed alla Formica di Montecristo, al Giglio, a Gavorrano, a Campiglia. Non è un *gneiss* come quello della Cala-

bria, perchè non vi si manifestano così evidenti disposizioni a strati, nè alternanze di calcari o di grafiti, sebbene il Meli ed altri affermino averne notato due piccole lenti al Giglio, nè di altre rocce. Nel granito delle isole sono qua e là delle lenti ellissoidali, lunghe anche qualche metro, e delle inclusioni pure angolose, talora accumulate specialmente in alcuni tratti, dello stesso granito, ma a struttura microcristallina, abbondantemente fornito di biotite e con distinta apparenza stratificata, che fa apparire gl' inclusi quasi un mica-schisto. Interpretano alcuni queste inclusioni come *schlieren*, o come concentrazione di certe parti d'un magma granitico eruttivo; ma quando le inclusioni sono evidentemente angolose, e quando il micaschisto ha apparenza stratificata, si può dubitare di questa interpretazione, e si potrebbe anche ritenere trattarsi di lenti o banchi di roccia originariamente più micacea, profondamente sconvolti e disturbati dagl' intensi movimenti cui fu soggetto il granito nelle età geologiche traversate. Certo è che questa roccia, per la sua struttura massiccia, con le riserve ora fatte, può considerarsi come un granito vero e proprio. Esso forma sempre delle cupole ben distinte, coperte, spesso regolarmente, di rocce sedimentarie più o meno recenti, a Montecristo sotto gabbri predevoniani, al Giglio sotto dioriti, diabasi e serpentine della stessa età, a Gavorrano sotto schisti paleozoici (¹) e calcari liassici, a Campiglia sotto calcari infraliassici e liassici, al monte Capanne sotto terreni dell' Eocene superiore.

Specialmente lo studio geologico dell' Elba ebbe gran peso per far dichiarare il granito di Toscana eocenico.

Infatti quivi, oltre la roccia del monte Capanne, chiamata sempre granito, si trovano masse di altra roccia, che pure un tempo

(¹) Il Lotti bada a ripetere che il granito di Gavorrano forma un filone nei calcari secondari: è questo il suo modo di vedere. Egli (*Apop. del granito*, pag. 15, nota) ripete le sue affermazioni rispetto ai conglomerati contenenti ciottoli granitici dell'Accesa, che egli ritiene miocenici ed io quaternari. Quelli a S. di Roccastrada, di età non determinata, ritenuti miocenici dal Lotti, sono pliocenici secondo il Matteucci. Quelli dei dintorni di Capalbio, pur creduti dal Lotti miocenici, sono ritenuti quaternari da me, perchè irregolarmente sovrastanti al calcare ad *Amphistegina*. Queste sono divergenze di opinione, che pure io, come il Lotti, ho fondato sull'esame dei fatti; non poco importano nella presente questione, esistendo ghiaie di granito in terreni più antichi.

era chiamata granito, penetrata per grandi tratti in mezzo ai sedimenti dell'eocene, per modo che non si poteva a meno di attribuire all'età eocenica od anche più recente tutte quelle masse granitiche. Un più attento esame delle circostanze geologiche ed un migliore studio microscopico delle rocce ha mostrato che occorre fare una distinzione fra il granito di monte Capanne, che serba tuttora il nome di granito, e la roccia penetrante nell'eocene, che chiamasi oggi porfido.

Per quanto il nome che si dà a quest'ultima roccia sia più o meno arbitrario, certo è che essa diversifica per molte ragioni dalla roccia di monte Capanne: essa ha una struttura ipidiomorfa piuttosto che olocristallina panidiomorfa; il quarzo vi è in disaedri; biotite e muscovite si uniscono sovente: forse anche i feldspati sono leggermente differenti prevalendo tra i plagioclasii nel granito quelli della serie più acida, cioè l'albite e l'oligoclasio, mentre nel porfido, che io chiamai addirittura liparite, all'albite si aggiungono alcuni plagioclasii della serie meno acida. In verità però le analisi hanno mostrato finora che il porfido sia più acido, avendo il 70 per 100 di silice, mentre il granito avrebbe il 66. Il porfido contiene inoltre vere inclusioni omeogene od allogene, angolose, di rocce sedimentarie; il granito contiene invece grossissimi inclusi e quasi lenti di micaschisto nero che mancano al porfido. Studiando le rocce in posto, cotali criterî di distinzione si verificano sempre; ma poichè le due rocce sono talora a contatto anche immediato, le distinzioni non sono sempre facili nè agevoli, a prima vista. Le differenze stratigrafiche sono invece costanti e ben chiare, e del resto da vario tempo in qua, benchè riuniti in medesime circostanze geologiche e nella medesima età, niuno più ha messo in dubbio la differenza litologica fra il granito ed il porfido quarzifero dell'Elba. Si verifica all' Elba per le rocce eruttive acide quel che si manifesta nella valle della Polcevera in Liguria per le rocce basiche: perchè serpentine antichissime vengono là a contatto con serpentine eoceniche.

Il primo che sostenesse essere antichissimo il granito di monte Capanne fu il Bucca (¹). Se non m'inganno io sostenni poi

(¹) L. Bucca, *L'età del granito di monte Capanne* (Giorn. di sc. nat. ed econ. XXI), Palermo 1992 — *Ancora il granito di monte Capanne* (Atti

la grandissima differenza di età intercedente fra il granito ed il porfido o liparite (1). Io intesi mostrare che « la roccia detta porfido, dell'Elba, è regolarmente interstratificata ed incassata nella « parte più alta dell'eocene superiore, che è intimamente connessa « colle rocce eruttive basiche, e che è una roccia, la quale ha « fatto eruzione all'esterno ». Accennai pure, sebbene incidentemente, i rapporti strettissimi che legano questo *porfido* dell'Elba col così detto *granito*, in vari casi vero *porfido*, eocenico, dell'Apennino settentrionale, e principalmente della Val di Trebbia.

A confermare la situazione stratigrafica del porfido elbano, affermo che all'estrema punta del Capo di Fonza vedesi un banco di porfido regolarissimo in mezzo agli strati dell'eocene superiore e nella parte più alta del pendio un altro banco che ricopre tutte le altre rocce, mentre poi a levante si sottopone ad altri strati sedimentari. Possono servire all'uopo anche gli spaccati che accompagnano un bel lavoro del Matteucci sul porfido stesso (2). Nella bellissima carta del Lotti sull'isola d'Elba, tantò negli spaccati come nel rilievo, è seguito il vecchio concetto della penetrazione dei porfidi nelle altre rocce a guisa di filoni. Le piccole imperfezioni nella carta che derivano da questo modo di vedere sono scoperte, da uno che sia sul posto, immediatamente e pienamente quando si sostituisca l'idea che il porfido forma banchi e non filoni.

Queste cose era indispensabile premetterle per venire a trattare dell'età del granito.

Il Lotti in un recente scritto confermando le idee sue intorno all'età recente del granito ha creduto ribattere le osservazioni fatte dal Bucca e da me (3). Io prenderò in considerazione non solo le affermazioni del Lotti, ma tutti i principali argomenti che sono

Acc. Gioenia 1892): Io nel lavoro mandato ai Lincei nel 1889 sull'*Apennino settentrionale* avevo già sostenuto l'età antichissima del granito di Gavorrano.

(1) C. de Stefani, *Granitite in massa ed in filoni e trachite quarzifera eocenica dell'isola d'Elba* (Boll. soc. geol. it. XII, 1893). — *Il così detto porfido quarzifero dell'isola d'Elba* (Proc. verb. soc. toscana 6 maggio 1894).

(2) R. V. Matteucci, *Le rocce porfiriche dell'isola d'Elba* (Atti Soc. tosc. sc. nat. vol. XIV, 1895, p. 62, tav. IV).

(3) Lotti B., *Sulle apofsi della massa granitica del monte Capanne nelle rocce sedimentarie eoceniche presso Fetovaia nell'isola d'Elba* (Boll. R. Com. geol., vol. XXV, 1894, p. 12).

stati adottati, o che potrebbero addursi per mostrare l'origine recente del granito di monte Capanne.

Questi argomenti possono ridursi a tre :

- I. Contatto immediato del granito coi terreni eocenici;
- II. Immissione di filoni granitici nel terreno eocenico;
- III. Alterazione dei terreni eocenici a contatto col granito.

I. Il granito di monte Capanne è cinto, tutt' all' intorno, da terreni appartenenti all' eocene superiore. Questi lo ricoprono regolarmente, e se dalla parte di S. Ilario e altrove è qualche inversione, per la quale sembra che il granito si sovrapponga agli strati eocenici, questa però è prettamente accidentale e limitata. Il monte Capanne si può ritenere come una ellissoide abbastanza regolare, circondata, ed in origine verosimilmente coperta, da superficie unica e continua di strati appartenenti ad un medesimo piano dell' eocene superiore. Credo sarebbe difficile sostenere che il granito non abbia preso parte agli stessi movimenti che hanno sturbato l' eocene, il quale si trova tutto intorno in strati raddrizzati, mentre poi sarebbe difficile escludere che il granito stesso già prima avesse formato un rialzo o rilievo subaereo o più verisimilmente subacqueo.

I terreni eocenici attorno al monte Capanne sono calcari alberesi o marnosi, galestri, poche arenarie, diaspri, gabbri, diabasi, serpentini quali si trovano nell' eocene superiore e lo contraddistinguono in tutto l' Appennino settentrionale. Vi sono pure dei calcari a piccole *nummuliti* indicati dal Lotti nei dintorni di Fetovaia, i quali, come quelli che si trovano in altri punti dell' Elba, senza far determinare il piano preciso, mostrano però che si tratta di terreni eocenici.

Nei dintorni di Procchio, delle Sprizze, di S. Ilario, di S. Piero, ed in pochi altri punti, tutte le predette rocce, appartenenti all' eocene superiore, sono sostituite da rocce straordinariamente metamorfiche, le quali però via via corrispondono a ciascuna delle predette rocce inalterate; come i marmi bianchi o cerulei rispondono ai calcari compatti, certe selci ai diaspri, scisti micacei e cristallini variati e cipollini ai calcari schistosi ai quali fu portata via la parte calcarea, altri schisti cristallini ai galestri; come i porfidi, ma specialmente gabbri, diabasi, serpentine sono stati sostituiti da rocce grandemente cristalline punto od assai imper-

fettamente studiate, nelle quali è ben riconoscibile, del resto, il tipo cristallino donde provennero. Non solo vi ha questa sostituzione delle rocce alterate alle altre che non lo sono; ma v'ha di più che l'alterazione si può accuratamente osservare grado a grado, sul posto, e mediante svariati e lenti passaggi, i quali provano in modo sicuro che le rocce alterate, qua e là circostanti al monte Capanne, non sono già di età antica, ma appartengono alla medesima età dell'eocene superiore, come già il Cocchi ed altri avevano pure con sicurezza affermato.

Del resto, anche prescindendo da queste rocce alterate, il granito di monte Capanne è a contatto con l'eocene e fu per questa ragione, insieme con la presenza dei banchi di porfido dell'eocene, che all'eocene fu attribuito.

Ma questa sottoposizione del resto, assai regolare, all'eocene, sarebbe sufficiente tutt'al più a mostrare che il granito di monte Capanne è più antico dell'eocene. Negli altri luoghi di Toscana, come si disse, il granito forma una cupola regolare sotto strati liassici, paleozoici, prepaleozoici; sicchè, se il monte Capanne non fosse, con l'argomento dei terreni a contatto, potremmo volta volta attribuirlo a ciascuna delle sopra indicate età, o per meglio dire ritenerlo in ciascun luogo più antico del lias e del paleozoico.

Come già dissi nell'introduzione, quanto più una roccia è antica tanto più facilmente può trovarsi a contatto immediato di ciascuna delle rocce di età più recente. Così in vari luoghi il nostro granito è a contatto ed è sottoposto a sabbie quaternarie marine, ma da ciò si può dedurre che esso sia più antico del quaternario, non già che sia contemporaneo a questo.

Potrebbero sostenere alcuni che il granito sia una formazione laccolitica diffusa sempre, nei casi nostri, lungo le superfici di contatto fra uno strato e l'altro, anzi lungo le superfici di separazione fra un piano geologico e l'altro; e poichè il più recente piano geologico scelto dal granito sarebbe l'eocene superiore, potrebbe supporre che tutti i laccoliti siensi originati dopo la formazione di quel piano, a meno di supporre inoltre che l'intelligente scelta delle predette superfici di separazione sia un fenomeno che può ripetersi ad ogni istante, come veramente suppongono i seguaci della teoria dei laccoliti. Ma quando una roccia eruttiva sorge in una data età essa si comporta precisamente come si sono com-

portati i porfidi dell'eocene elbano, e per ispiegare la sua origine in una od in altra età non abbiamo bisogno di ricorrere ad ipotesi come quella dei laccoliti, così strana e così impastata di assurdità, come già dissero anche il Lévy ed il Reyer, ad onta che il Brögger abbia, in un libro per altri rispetti magnifico, tentato recentemente rimetterla a nuovo, corroborandola della sua idea, che oggi possiamo ben dire poco geologica, degli sprofondamenti che avrebbero fatto schizzar fuori i magma granitici e in generale laccolitici, e dell'altra idea, pur tutt'altro che fondata per ora, d'una successione d'acidità nell'emissione delle rocce e nella così detta diversificazione dei magmi interni. D'altronde in nessun luogo sotto ai nostri graniti supposti eocenici, liassici, paleozoici, prepaleozoici, troviamo rispettivamente i terreni sedimentari che sono mancanti al di sopra.

Si potrebbe anche supporre col Michel Lévy e col Kjerulf che le nostre masse granitiche sieno batholiti, cioè masse estese fino a profondità indefinite nella terra, le quali, per procedimenti metamorfici, per alcalizzazione, o in altre parole per assimilazione, si sono mano mano estese verso la superficie, alterando, assorbendo e trasformando completamente in granito le rocce via via venute a contatto. Ma, contro questa ipotesi, che pure in taluni casi, come vedremo, ha qualche parziale indizio di verità, si può chiedere come mai l'assimilazione si arresti così regolarmente di fronte alle superfici di separazione fra strati e piani geologici differenti, e sopra tutto si potrebbe domandare col Brögger, specialmente nel caso dei graniti toscani così uniformi, come mai nei graniti originati per assimilazione di sì svariate rocce, non sia traccia alcuna, svelata almeno chimicamente, delle così diverse rocce assorbite, per esempio, nei casi nostri, degli altissimi calcari del lias, degli schisti siliceo-alluminosi del paleozoico, delle pietre verdi così abbondantemente magnesiache del prepaleozoico. Perciò dunque anche l'ipotesi del M. Lévy non può citarsi qui se non a titolo di dissertazione teoretica.

Seguitiamo dunque l'esame degli altri due successivi argomenti.

II. Quanto all'immissione di filoni granitici nell'eocene, prima di arrivare ad una conclusione, sono da fare parecchie riserve.

Già si è visto che i banchi alternanti in mezzo all'eocene, che gli scenziati anticamente univano al granito di monte Capanne,

sono oggi chiamati porfido, e si distinguono bene; nè su questa distinzione, fino a nuova manifestazione di qualche nuovo geologo, si emetteranno dubbii.

Il Dalmer (¹), il Lotti ed altri prima hanno citato e seguitano a citare i filoni granitici di Procchio, della Pila, di S. Ilario, di S. Piero, di Fetovaja, di Pomonte, ed io stesso fin qui li ho accettati come tali. Il Lotti ultimamente, per confermare la sua idea dell'età eocenica del granito di monte Capanne si fonda sui dintorni di Fetovaja, che descrive minutamente, e presenta pure due spaccati dei dintorni della Pila. Secondo i lavori antichi (²) e quello nuovo del Lotti, e secondo le sue relative carte geologiche, nei citati luoghi filoni provenienti dal granito di monte Capanne ed aventi la medesima natura di questo traverserebbero i terreni eocenici e mostrerebbero perciò che il granito è posteriore ad essi.

È l'istessa idea dei laccoliti o delle batoliti, anzi è quella stessa idea più antica e più generale sostenuta fin dai più antichi osservatori dell'Elba, dell'origine plutonica dei graniti.

Le osservazioni geologiche e le deduzioni litologiche del Lotti non concordano colle mie osservazioni più recenti. Nelle carte geologiche al 25 ed al 50 mila e nei relativi spaccati dei luoghi sopra nominati il Lotti segna filoni granitici traversanti rocce metamorfiche eoceniche, ch'egli sospetta appartenenti al lias superiore, e rocce verdi della medesima età pure più o meno alterate. Nei due spaccati nn. IV e V, del suo ultimo lavoro, parimente (*Sulle apof. della m. granitica*), è indicato il granito di S. Ilario e di C. Mastaglino sottostante alla serpentina lherzolitica ed a contatto con questa verso La Pila, ed a contatto con scisti a chiastolite verso S. Lucia. I porfidi sono indicati più all'esterno in mezzo a terreni eocenici non alterati.

Le circostanze geologiche sono ben diverse.

Nei dintorni di S. Ilario e di S. Piero sono varî banchi di porfido alternanti in mezzo a gabbri ed a serpentine profondamente alterate ed in mezzo ai pochissimi strati sedimentari eocenici, pure

(¹) K. Dalmer, *Ueber das Alter der Granit- und Porphyrgesteine der Insel Elba* (N. Jahrb. f. Min. 1894).

(²) Lotti B., *Descrizione geologica dell'isola d'Elba*, Roma 1886, *passim*; *Carta geologica dell'isola d'Elba 1884* (Memorie descrittive della Carta geol. d'Italia. R. Uff. geologico).

alterati, che le accompagnano; i banchi di porfido sono poco alti, talora a forma di lenti (fig. 8), e le alternanze sono oltremodo regolari, mentre poi seguono regolarmente gli scontramenti di tutte le altre rocce che li includono (fig. 9). Scendendo da S. Piero a Campo si vedono per lo meno sei di siffatte alternanze (fig. 10). Non vi ha dunque una copertura di terreni serpentinosi che veda in modo continuo il granito, sì che questo spunti al di sotto qua e là; nè vi hanno filoni di granito che traversino in modo regolare le altre rocce. La confusione tra i filoni del granito e il porfido, oltre che dalla riunione generale che prima si faceva, può essere derivata dalla grande vicinanza di quel porfido al granito, dalla poca altezza dei banchi di porfido, dalla alterazione di tutte le rocce circostanti, dalla stessa parziale alterazione degli stessi banchi di porfido. Io credo che in certi punti dei fossi del Bovalico e di S. Francesco il porfido si trovi ad immediato contatto col granito di monte Capanne; fra le altre cose la presenza del quarzo in diesaedri isolati alla superficie della roccia può dare un parziale criterio empirico pel discernimento.

Altrove, specialmente negli strati più alti, trovansi consimili alternanze di piccoli banchi di porfido in mezzo alle rocce sedimentarie ed eruttive dell'eocene superiore, e se tutto intorno alla periferia del monte Capanne il Lotti indica il porfido in mezzo alle rocce eoceniche, a Nord, ad Ovest e a Sud, a poca distanza dal granito, mentre non ve lo indica ad Est se non a distanze maggiori, ciò si deve unicamente, ripeto, alla poca, anzi punta alterazione delle rocce nelle quali quel porfido indicato dal Lotti si trova.

Nelle stesse circostanze di S. Ilario e S. Piero, cioè come porfido interposto al gabbro ed ai sedimenti eocenici alquanto alterati contigui al granito, trovansi quelli che il Lotti chiama filoni di granito di Fetovaja. Ivi pure questi supposti filoni formano due o tre banchi almeno, regolarmente interposti alle rocce eoceniche, e può darsi che in qualche punto siano a contatto materiale col granito, come sono altrove, senza però che si confondano con questo i loro caratteri essenziali.

Infatti, dopo che il Lotti ha terminata la sua dissertazione per provare la provenienza di quei così detti filoni dal granito, e l'età eocenica degli uni e dell'altro, il Viola comincia il suo esame litologico e, descritta la granitite di monte Capanne, dice: « il

« granito delle apofisi di Fetovaia è invece di struttura quasi « microcristallina con poca biotite, e quindi passante in aplite » nel senso di Rose (p. 24). Descrive poi le apofisi negli schisti silicei e nelle rocce eoceniche inalterate, nei nn. 3 e 4, con parole che ben si confanno alla descrizione dei soliti porfidi.

Del n. 3 nota la « poca mica bruna in parte decomposta », la « struttura porfirica vicino al contatto con la roccia clastica » e dice che ha « qualche rassomiglianza col porfido » del colle di Palombaja « in quanto che il quarzo è oltremodo pieno di inclusioni liquide, e la mica bruna ha la stessa tinta verdognola in « trasparenza ». Del n. 4 dice che « è un microgranito passante « in aplite, vale a dire con struttura quasi panidiomorfa. Elementi « microscopici sono automorfi; così specialmente il quarzo ». (pag. 25).

Insomma i comunemente detti filoni di granito non sono che banchi di porfido affatto indipendenti dal granito.

In un punto solo, e probabilmente ne sarà qualcun altro fuori dei luoghi sopra indicati, ho veduto un vero filone di granito traversante le rocce eoceniche metamorfosate, ed è alla Punta d'Agnone nel golfo di Procchio; ivi un filone, largo circa mezzo metro, si erge verticale come un muraglione, per alto tratto isolato a cagione della sua maggiore resistenza alle corrosioni superficiali, e spicca, anco da lungi, fra le rocce sedimentarie, nere, metamorfosate dell'eocene superiore, le quali essendo assai pendenti ed alquanto sconturbate da pieghe vengono attraversate dal filone granitico con forte angolo. Il filone poi talora si biforca, per modo che qualche altro filoncello o vena secondaria si vedono là intorno. Questi filoni del resto sono già stati descritti dal Lotti, dal Cocchi, dal Collegno e da altri. Il granito dei medesimi è costituito da grossi cristalli di quarzo, specialmente di ortose ceruleo o bianco e di tormalina con lepidolite o senza; differiscono perciò, particolarmente per la struttura macrocristallina e per l'abbondante lepidolite, dalla massa granitica di monte Capanne, mentre rassomigliano ai filoni granitici che attraversano pure questa massa ed ai filoni granitici che si trovano fin entro le filladi della Calabria. Vi sono poi vene di puro quarzo e filoncelli di calcite e ortose.

Spiacemi non aver potuto fare un esame litologico particolareggiato di questi filoni. Credo pure che in quei luoghi sieno banchi

di porfido, confusi talora con granito, ma non lo posso affermare, non essendo tornato nel golfo di Procchio dopo le ultime osservazioni nel Comune di Campo, e sui porfidi di S. Ilario e S. Piero.

I filoncelli granitici della Punta d'Agnone, originati certamente a maggiore o minore distanza dalla superficie primitiva, sotto un mantello di strati che furono poi portati via dalla denudazione, perciò in una età, magari anche postpliocenica, ma non tanto recente, sono poi altrettanto certamente posteriori all'eocene superiore.

Potran fondarsi sui medesimi filoni il Lotti e gli altri che sostengono l'età eocenica di tutto il granito di monte Capanne; ma oltre le difficoltà già esposte ed altre che verranno esaminate or ora, dovranno tener calcolo dell'obiezione che questi filoni sono diversi della massa granitica, non sono perciò vere e proprie apofisi della medesima, che traversano in vene e filoni anche la massa granitica dalla quale sono in certo modo indipendenti, benchè ad essa subordinati; che perciò sono posteriori alla consolidazione della medesima, come sono posteriori alla deposizione dei sedimenti eocenici ed alla formazione delle contemporanee rocce eruttive acide e basiche. Quel che si può affermare dunque si è che quei filoni sieno prodotti di secrezione dai graniti per via idrotermale ad alta temperatura e ad alta pressione, che si sieno formati in età non antica, ma per avventura anche molto posteriore a quella del granito, che sieno penetrati anche nei terreni eocenici, e che sieno contemporanei ai metamorfismi che nei medesimi si sono manifestati. Queste conclusioni possono essere autorizzate dall'esame spassionato dei fatti; ogni deduzione ulteriore entra nel campo di ipotesi, le quali in gran parte o in tutto possono essere contraddette dai fatti stessi.

III. Esaminiamo ora il terzo punto, cioè il metamorfismo di tutti i terreni eocenici a contatto col granito.

Ho già detto come in certi tratti tutte le rocce appartenenti all'eocene superiore sieno grado grado ed in modo evidente trasformate. Il diaspro è convertito in una quarzite bianca, scolorita, od un poco rossastra a grana minutissima; il calcare alberese è man mano convertito in marmo bianco, od in bardiglio, sacca-roide, a grossi cristalli, sempre un poco spatico, spesso intimamente traversato da vene di quarzo e principalmente di feldspato caolinizzato, senz'altro: talora il calcare è convertito in una roccia cristallina con wollastonite.

Gli schisti calcarei si abbondanti nell' eocene superiore sono convertiti in cipollino cloritico o micaceo, feldspatico, con le parti calcaree cristalline: spesso sulla riva del mare, alla Punta d' Agnone e alle Sprizze, l'acqua marina corrode man mano la roccia portando via il carbonato calcico e lasciando le parti silicee cristalline, già schistose, per modo che il cipollino rimane, come uno scheletro, tutto cariato, con cavità che facilitano anche la formazione di grandi vacui e di caverne al livello del mare. Gli schisti puramente argillosi od arenacei sono man mano convertiti in micaschisti, in cloroscisti, in *gneiss* ed in altre rocce altamente cristalline ripiene di granati, vesuviane, tormaline, epidoti, quarzi, pirosseni, wollastoniti ed altri anfiboli: il diabase è per lo più convertito in epidosite, od in roccia anfibolica; il gabbro pure. La serpentina enstatitica risente una serie di alterazioni in fine alle quali, rimanendo il solo silicato di magnesia idrato, si ha la formazione della baldisserite. Il porfido è forse la roccia meno alterata; pur vi si notano il feldspato saussuritizzato, la mica bruna più frequentemente cambiata in clorite; e vene di epidoto che talora lo traversano.

Oltre a buoni studî del D'Achiardi, del Bombicci e di altri sui bellissimo minerali macroscopici che provengono da queste rocce metamorfiche, si hanno alcuni studî microlitologici del Mattiolo ⁽¹⁾ sopra alterazioni di serpentine e di diabase, e del Viola nel lavoro del Lotti; ma l'argomento, del quale non ho affatto l'intenzione nè il debito di occuparmi qui a fondo, meriterebbe di essere trattato completamente a nuovo. Forse niuna delle regioni di contatto coi graniti è così importante come questa, perchè, a differenza d'altrove, si hanno terreni eocenici recentissimi non affatto alterati ed oltremodo variati, dei quali si possono conoscere la costituzione chimica e quella mineralogica, quasi come di rocce eruttate ieri o depositate ieri nel fondo degli oceani. Questi terreni passano man mano a rocce delle più alterate, come se si trattasse dei terreni più antichi. Uno studio microlitologico, accompagnato dalle analisi chimiche, sarà dunque della massima importanza.

(1) E. Mattiolo, *Su tre rocce di San. Piero in Campo* (Atti R. Acc. Lincei, serie terza, vol. XIV, 1883, p. 173).

Il metamorfismo si manifesta solo in vicinanza e molto più a contatto del granito, e non vi ha dubbio alcuno che le cause del medesimo sieno connesse con la presenza del granito. Esso si manifesta a zone diverse sia per altezza come per estensione, ed anche a gradi ed in proporzioni diverse. In certi luoghi, per esempio a S. Ilario e S. Piero, occupa grande altezza di strati; altrove è più limitato. Nei predetti luoghi ed alla Punta di Agnone il metamorfismo è pure molto intenso; ai Marmi, alla Pila, a Pomonte, alla Punta Nera è meno intenso. A Marciana, al monte Perrone, a Fetovaia, al colle di Palombaja ed in qualche altro punto più limitato esso manca completamente o quasi, od è molto ristretto e le rocce eoceniche sedimentarie od eruttive vengono a contatto col granito senza le alterazioni che hanno altrove, se non con quelle cui furono soggette nel rimanente dell'isola e spesso nell'Appennino anche lungi dai graniti.

Il manifestarsi del metamorfismo solo a contatto col granito è prova indubbia che esso deriva da questo. Tutti i sostenitori dell'origine eruttiva e recente del granito, nel caso di monte Capanne, come nei casi di tutti gli altri graniti, si fondano sul fatto del metamorfismo di contatto per provare appunto l'anzidetta origine: dessi affermano che il granito, nell'eruttare, ha alterato le rocce sotto le quali si manifestò e poi si raffreddò. Secondo questo concetto dunque, applicato all'Elba, il granito di monte Capanne sarebbe, come infatti vogliono alcuni, posteoceno, e magari anche recentissimo.

Notiamo intanto che all'Elba, come per tutto altrove, salvo ben rare eccezioni, i terreni metamorfici non circondano all'intorno le masse granitiche, ma sono tutt'al più limitati ad uno o ad altro tratto della periferia delle medesime. Vi sono pure moltissimi graniti intorno ai quali si verificano punte o limitatissime trasformazioni di contatto. Specialmente il primo fatto prova che non basta la supposta eruzione o, diciamo, la presenza del granito, a produrre il metamorfismo; ma per aver questo è necessario ammettere qualche cosa di più e di diverso dalla semplice eruzione e dalla semplice presenza di esso.

Per il monte Capanne volendo ammettere l'origine eruttiva recente del granito si palesano varie difficoltà di altro genere.

Sulla rispettiva posizione del granito e dei terreni eocenici, compreso il porfido, possiamo fare invero tre ipotesi.

1° Il granito è più antico dell' eocene e del porfido, ed è l'ipotesi ch' io ammetto perchè non cozza contro le difficoltà delle altre ipotesi.

2° Il granito è contemporaneo al porfido ; ma in tal caso si domanderà se il granito è contemporaneo al 1°, 2°, 3° banco di porfido od a qualcuno degli altri banchi che rappresentano le eruzioni successive, e se è contemporaneo a parte o a tutte le eruzioni basiche di peridotiti, di gabbro, di diabase succedutesi con regolarità od alternate con varia vicenda.

Però se al granito si devono i metamorfismi delle rocce sedimentarie eoceniche, anzi anche dei porfidi e delle rocce eruttive basiche, per lo meno di quelle che si trovano nei banchi inferiori e più vicini, conviene dire che il granito sia posteriore al porfido ed alle rocce eruttive basiche ed escludere l'ipotesi della contemporaneità.

3° Il granito è posteriore all'eocene ed al porfido. Ma anche l'ipotesi della posteriorità del granito al porfido ed ai terreni eocenici cade in tali assurdità fisiche e geologiche da non potersi ammettere.

Infatti se il granito non si originò a profondità quando uscirono le prime colate di porfido e di rocce basiche, o nei tempi delle eruzioni successive, come si può supporre, che dopo cessate queste eruzioni esso sia comparso là dove è, espandendosi intelligentemente tra un piano e l'altro di separazione di strati eocenici, a così piccola profondità, con resistenze massime in senso tangenziale e con resistenze minime o nulle in senso verticale, senza aver dato luogo ad altre eruzioni superficiali a traverso la sottil crosta soprastante ? Quando una roccia eruttiva ha veramente un'età eocenica od altra età diversa, si comporta come i porfidi e come i diabasi, e non fa bisogno di fare induzioni impossibili ed ipotesi assurde per attribuire a quella una età che non ha. So bene che i rapporti fra graniti e porfidi nel senso che l'intendo io potranno essere diniegati e si potranno spiegare le eruzioni dei porfidi in altra maniera, nel qual caso io non saprò cosa replicare, perchè ho interpretato l'andamento dei porfidi e delle rocce basiche con la chiave che hanno dato ai geologi recenti la geologia dell' Elba e quella dell'Appennino e non già con sistema preconcipito a spiegare l'origine e l'età del granito.

Del resto il porfido contiene in più luoghi inclusi di granito e ciò prova senz'altro che il primo è posteriore, non anteriore, nè contemporaneo al secondo.

Non rimane dunque se non concludere che il granito di monte Capanne preesistesse a tutte le eruzioni ed a tutti i sedimenti eocenici.

Ma rimane la questione dei metamorfismi di contatto, già intesa però nel senso che a produrli non basta il semplice contatto col granito, ma occorre qualche fenomeno ulteriore. Questo fenomeno ulteriore ci viene spiegato dall'attento esame di altre circostanze.

Qualora fossero bene studiate ed analizzate le rocce eoceniche inalterate e quelle metamorfosate, comparando le une analisi alle altre, non difficilmente si determinerebbero le vicende cui furono soggette quelle rocce per metamorfosarsi e si scoprirebbero le cause del metamorfismo. Osservando in modo puramente preliminare la diffusione dei feldspati anche nei calcari, la formazione dei calcedoni a Procchio, l'uralitizzazione e la successiva completa trasformazione dei pirosseni, la completa idratazione e trasformazione delle peridotiti in Baldisserite, ben si può affermare che le acque hanno avuta una parte predominante nelle trasformazioni, e che secondo ogni verosimiglianza, ed anche secondo i risultati diretti dell'osservazione, le acque erano abbondantemente alcaline, quasi certamente termali per deporre i calcedoni, e molto verosimilmente acidule.

Affermazioni ulteriori si possono fare osservando i graniti dello stesso monte Capanne. Essi tutti, come i graniti del rimanente della Toscana, specialmente del Giglio e di Gavorrano, come i porfidi e come le altre rocce eruttive eoceniche dell'isola, anche lontane dai graniti, e come le stesse rocce eruttive eoceniche dell'Appennino, sono stati soggetti a certe alterazioni comuni e generali.

Fra le modificazioni generali del granito, comuni al porfido ed alla così detta eurite od aplite che lo accompagna, sono la trasformazione della mica in tormalina e probabilmente la generale distribuzione dei filoni tormaliniferi, speciali questi al granito, mancanti al porfido, dove però la tormalina è diffusa ovunque. Ma oltre cotali modificazioni generali nel granito di monte Capanne, altre

ne sono limitate ai tratti nei quali vedonsi pure i metamorfismi delle rocce eoceniche a contatto; e dove questi sono più intensi, anche quelle lo sono. Invero, in rispondenza ai maggiori metamorfismi che si manifestano nella regione orientale di monte Capanne, si hanno i più svariati ed estesi filoni granitici: in rispondenza ai maggiori metamorfismi di contatto di S. Ilario e S. Piero si hanno le maggiori trasformazioni in tutta la massa del granito che è presso al contatto con l'eocene, e si hanno i rinomati filoni di Grotta d'Oggi, della Fonte del Prete e di alcune altre località, nei quali oltre le tormaline policrome, i berilli, il topazio, la cassiterite, i granati, le miche, trovansi il castore, il polluce, l'heulandite ed altri zeoliti, e varî altri minerali, prove evidenti della lunga ed intensa azione di acque che hanno alterato e trasformato tutta la roccia granitica, radunando e cristallizzando nelle geodi gli svariati elementi chimici diffusi prima in minime proporzioni nella biotite e negli altri primitivi componenti il granito.

A chi ben consideri insomma l'insieme delle circostanze risulta che se dei metamorfismi si sono manifestati, preferibilmente in certi tratti, nelle rocce eoceniche, di qualunque origine, a contatto col granito, se ne sono manifestati pure, nei medesimi tratti, nei graniti a contatto con le rocce eoceniche metamorfiche. Una medesima causa ha alterato dunque e le rocce eoceniche ed il granito, e questa causa prima è posteriore perciò all'origine del granito e può essere indipendente da questo.

Si può ritenere come verosimile che acque termali, probabilmente acidule, sotto pressioni anche non ragguardevoli, venendo in quei luoghi a contatto col granito, alterandolo, cloritizzando la mica, trasformandone varî minerali in zeoliti, abbiano asportato in parte gli alcali e perdendoli poi via via nella loro filtrazione, abbiano alterato e metamorfosato gli schisti eocenici a contatto col granito.

Con ciò la causa prima della modificazione sarebbero le acque filtranti; causa seconda necessaria sarebbe stata la presenza del granito; ma questo granito preesisteva ai sedimenti eocenici ed i metamorfismi di questi sono indipendenti ed estranei rispetto alla *messa in posto* del granito medesimo.

Sappiamo che numerosissime ed estese eruzioni ebbero luogo in tutta la Toscana e nelle regioni adiacenti durante il postplio-

cene. In questo periodo possono essere benissimo accaduti, ed è verosimile sieno accaduti i fenomeni che hanno alterato i sedimenti eocenici di monte Capanne ed il granito. In questo periodo, e come conseguenza dei medesimi fenomeni idrotermali, possono essersi prodotti, quali secrezioni idrotermiche, i pochi e rari filoni di granito che traversano i sedimenti eocenici nel golfo di Procchio, e quelli che forse traversano gli schisti paleozoici a Gavorrano.

Tutto quello che abbiamo detto non intacca la questione sempre aperta, e che forse verrà sempre risolta in modo ipotetico, dell'origine primitiva, vulcanica, o sedimentaria metamorfica, o forse anche plutonica antichissima, del granito di monte Capanne; ma riguarda solo l'età geologica. A proposito di questa, per molte vie diverse, si giunge alla conclusione che:

1° Il granito di monte Capanne preesisteva all'eocene, ed è secondo me un granito antichissimo;

2° Le eruzioni porfiriche, derivanti forse da un medesimo magma interno, ne sono però indipendenti;

3° I rari filoni granitici sono posteriori alla massa granitica, sebbene da questa dipendenti e prodotti verosimilmente per fenomeni idro-termali;

4° I metamorfismi di contatto nelle rocce eoceniche hanno loro origine prima in cause indipendenti dalla origine dei graniti, e si sono prodotti, verosimilmente, per fenomeni idrotermali, in età assai posteriore ai graniti ed in circostanze per le quali è rimasto alterato anche il granito.

Non voglio terminare senza accennare altri fatti che si manifestano nell'isola d'Elba, e che interessano l'origine del granito. Questi fatti sono:

1° La presenza di filoni granitici nelle rocce antichissime della regione orientale dell'Elba;

2° L'inclusione di granito e di rocce cristalline antiche nei porfidi eocenici;

3° La presenza o mancanza di ghiaie granitiche nei terreni antichi dell'isola.

I cloromicaschisti e idromicaschisti predevoniani di monte Calamita e di Porto Longone nella regione orientale dell'isola, sono spesso trasformati in *gneiss* con abbondanti feldspati, mica, clorite, tormalina e nodi di quarzo, e sono traversati da filoni, vene e

banchi di granito che fa graduale passaggio alla roccia. Certamente questo granito non ha l'aspetto di quello del m. Capanne, ed a proposito del medesimo potrebbe accettarsi la teorica del Michel Lévy in quanto sostiene la alcalizzazione e la possibile trasformazione di rocce sedimentarie in granito. È probabile che il granito simile a quello di m. Capanne si trovi a piccola profondità sotto, e che i materiali alcalini derivati da esso per via idrotermale abbiano metamorfosato gli schisti predevoniani, nello stesso modo che i materiali alcalini derivati dal granito di m. Capanne hanno metamorfosato le rocce eoceniche.

2° Alle Lamaje nel Golfo della Biodola, insieme col Matteucci, che ne indica poi anche altrove, trovammo nel porfido inclusioni di arenaria identica a quella appartenente all'eocene medio sottostante al sedimento dell'eocene superiore (chè tale veramente mi sembra possa essere, anche giudicando dallo studio microlitologico, il così detto microgranito descritto dal Matteucci) (1), di micaschisti anfibolici e sillimanitici granatiferi ravvicinabili solamente, come ha fatto il Matteucci, e come posso confermare io stesso, alle kinzigiti sovrastanti ai *gneiss* antichi di Calabria, e finalmente di graniti. Il Matteucci ha descritto anche queste ultime, sebbene per effetto d'idee teoretiche le chiami differenziazioni strutturali.

Si vede dunque che il porfido nel fare eruzione ha conglobato frammenti dei terreni immediatamente sottostanti. In ordine d'abbondanza prevalgono i frammenti di arenaria, poi i micaschisti, ultimi vengono i graniti.

Verosimilmente l'ordine dell'abbondanza è anche l'ordine della prossimità maggiore o minore alla superficie. I micaschisti non sono allo scoperto in niun luogo di Toscana, ma probabilmente stanno poco lontani da quella regione dove ne troviamo i frammenti e stanno sotto ai terreni del piano predevonico degli stessi strati del m. Calamita, sebbene di questi non si vedano tracce fra gl' inclusi nel porfido.

Non si trovano micaschisti antichi nemmeno attorno al monte Capanne, ma se ne devono trovare poco lontano e a poca profondità.

(1) R. V. Matteucci, *Le rocce porfiriche dell'isola d'Elba* (Boll. della Soc. geol. it., Vol. XVI, 1897, p. 101).

3° Ghiaie di granito non furono indicate finora in alcuno dei terreni dell' Elba; però se ne trovano in terreni anteriori ai sedimenti ed ai porfidi dell' eocene superiore. Trovansi ghiaie quarzose del diametro talora alquanto superiore ad un centimetro, contenenti pure qualche feldspato insieme a laminette diffuse, forse anche autigene, di mica, nei terreni devoniani al Malpasso, a Ripabianca ed in qualche altro punto nel territorio di Rio.

È probabile assai, quantunque non sicurissimo, che tali ghiaie provengano dai graniti, i quali perciò sarebbero stati allo scoperto già nel Devoniano. Chi è pratico dei littorali marini sa che le ghiaie non traversano profondità anche poco ragguardevoli; perciò, a meno si tratti di una spiaggia bassa, non passano nemmeno a luoghi vicinissimi. Perciò, come già dissi in principio, la mancanza di ghiaie d'un terreno non implica la mancanza di questo terreno. All'isola d'Elba per esempio, sulla spiaggia delle Ghiaie a Portoferraio, sur una lunghezza di 500 m. si passa dalle pendici di eurite o aplite candidissimo alle pendici del nerissimo diabase; le ghiaie bianchissime, note a chiunque visita l'Elba, formano la spiaggia delle Ghiaie, spinte dai maestrali ad Est dell'eurite, ma non passano 50 m. più oltre al di là della punta successiva; qualche rarissima ghiara nera spinta dalle rare traversie di grecale, forse circa l' 1 per 10 mila si trova fra le ghiaie bianche delle Ghiaie; ma coi ciottoli neri diabasici più a levante si troverà forse l' 1 per 20 mila di ciottoli bianchi. Inoltre i graniti, gli *gneiss*, i micaschisti sfacendosi ed i frammenti loro ruzzolando a lungo in balia dei fiumi o del mare perdono le miche ed i feldspati mentre rimane il solo quarzo. Sulle spiagge settentrionali della Corsica, al piede delle colline gneissiche, ho veduto per lunghissimo tratto solo ghiaie d'ogni dimensione di puro quarzo provenienti dallo sfacimento del *gneiss*. Ecco come le ghiaie dei dintorni di Rio, sebbene quasi solo quarzose possano provenire dallo sfacimento del granito.

Però all'Isolotto dei Topi, nelle arenarie quasi certamente eoceniche, sottostanti al calcare nummulitico, si trovano ghiaie di granito; e ghiaie assai grosse, indubbiamente di granito e di micaschisti, insieme con lamine sparse di mica e con frammenti e ghiaiette formate a spese di cristalli d'ortose trovansi nello scoglio della Corbella presso i Gemini, il quale non credo sia formato da conglomerato quaternario, come crede il Lotti, ma di puddinga e

di arenaria dell'eocene medio anteriore ai sedimenti ed ai porfidi dell'eocene superiore, come ritenne il Cocchi. L'essere ivi le ghiaie granitiche abbastanza grosse mostra appunto che i graniti non erano lontani. La mancanza di granito tormalinifero potrebbe mostrare che le azioni pneumatolitiche originanti la tormalina non s'erano ancora manifestate; certo però i graniti preesistevano anteriormente a tutti i porfidi, a tutte le eruzioni basiche, a tutti i filoni granitici, a tutti i metamorfismi delle rocce dell'eocene superiore che si sono manifestati poi. Ciò prova ad esuberanza, una volta di più, l'indipendenza di quei fenomeni che i geologi attribuivano un tempo ad una causa unica.

In luoghi assai più lontani trovansi ghiaie granitiche assai grosse anche nelle arenarie dell'eocene medio di Mosciano presso Firenze e della Montagna Reggiana, e più piccole assai in tutte le arenarie appenniniche.

Ed ora passiamo ad un sommario esame d'una ultima regione, cioè alla Cima d'Asta nel Trentino.

Di questa parlo a titolo di paragone avendovi fatto una sola escursione nell'agosto 1897, quantunque conosca abbastanza alcune delle regioni adiacenti.

Lunga serie di geologi ha parlato del granito di Cima d'Asta, ed il Salomon, recentemente, ha rivestito di nuova forma e portati argomenti ad appoggiare l'origine eruttiva, laccolitica, non antichissima, di quel granito. Il Salomon ed altri affermano solo che il granito è anteriore alla così detta faglia posteocenica della Val Sugana (¹).

Principali argomenti a sostenere siffatta origine di quel granito furono la mancanza di ghiaie derivanti dal medesimo nei conglomerati e negli altri terreni vicini. Però recentemente Krafft mostrò che ghiaie di granito si trovano nei prossimi terreni del Verrucano, che perciò il granito è anteriore al permiano, sebbene a sua volta il Salomon abbia messo in dubbio questo fatto.

Il Salomon ha illustrato i metamorfismi che si manifestano in certi punti di contatto fra il granito e gli schisti vicini, ed i filoni granitici che dal primo si diramano talora nei secondi; però già nei paragrafi antecedenti abbiamo ridotto quest'argomento al suo giusto valore.

(¹) Salomon, l. c, p. 86 e seg.

Finalmente l'argomento principale per sostenere l'età non antica del granito è la sua posizione stratigrafica apparentemente superiore agli schisti lungo tutto il confine meridionale della massa primitiva prospiciente la Val Sugana, mentre lungo il confine settentrionale il granito si immerge sotto ai medesimi schisti. Ritennero altri che la sovrapposizione del granito agli schisti nel lato meridionale fosse soltanto apparente e dovuta ad inversione ed a rovesciamento del primo sui secondi.

Per quel poco che ho visto questa è l'opinione mia.

Il granito della Cima d'Asta forma una rilevata ed alta cima riunita ad altre meno ripide pendici verso settentrione, scendente invece ripida e quasi improvvisa a mezzogiorno: perciò nell'insieme le circostanze, meglio di qualsiasi altro luogo, portano la necessaria conseguenza di un parziale ribaltamento degli strati più interni e più antichi al di sopra di quelli più recenti, lungo le pendici sugane, come infatti si verifica.

Se questo ribaltamento non si verificasse converrebbe ammettere che fra la Cima d'Asta e la valle del Brenta fosse un anticlinale con vicenda perciò di medesime rocce, cosa che non si verifica.

Scendendo invece dalla Cima d'Asta alla sinistra del Brenta, poi pure passando sulla destra s'incontrano scisti più o meno cristallini e si passa a terreni sempre più recenti, che ripigliano presto la regolare pendenza sovrastante al granito, finchè si giunge al trias, al lias, alla creta, all'eocene del Feltrino e del Vicentino.

Si aggiunga che i terreni del versante meridionale di Cima d'Asta sono poi uguali a quelli del versante settentrionale supposti sovrastanti al granito.

In conclusione dunque il granito di Cima d'Asta forma un massiccio, una ellissoide più o meno irregolare, che è il centro di tutti i terreni successivi. Questi terreni solo apparentemente sottostanti al granito in alcuni punti per parziali inversioni sono tutti più recenti del granito stesso e regolarmente si succedono fino ai terreni terziari del Vicentino e fino alle rocce terziarie della Val Sugana, depositate secondo me in un sinclinale in certi tratti, per esempio presso Borgo, profondissimo, nel quale successivamente, fin dal Pliocene le acque si scavarono facile corso; non già in terreni sprofondatai come si ritiene, perchè in tanti e tanti tratti del suo

percorso gli strati a sinistra della Val Sugana sono in diretta continuazione di quelli della sinistra.

A non grandi lontananze sono delle rocce veramente eruttive nel permiano di tutto il Tirolo, nel trias dei dintorni di Recoaro ed altrove, ma queste rocce la cui età si può ben determinare si comportano diversamente da quei graniti e dalle altre rocce così dette plutoniche la cui età si pretende determinare con criterî basati puramente sopra ipotesi o sopra supposizioni contrariate dai fatti.

Io non ho preso in esame i graniti delle Alpi occidentali che conosco meno, nè quelli di Corsica e di Sardegna che ho visto più volte; ma a questi ultimi almeno applico le deduzioni che ho ricavato dallo studio dei graniti di Calabria, di Sicilia e di Toscana e li ritengo tutti costituenti il terreno più antico della nostra penisola.

Questa è la conclusione che mi pare stratigraficamente più fondata. Non sono entrato ad esaminare se questi graniti possono essere sedimentari, metamorfici, vulcanici, o magari anche plutonici, ma antichissimi, perchè con queste ricerche si entrerebbe in un campo d'idee, secondo me, veramente ipotetico, e nel quale ora non voglio entrare.

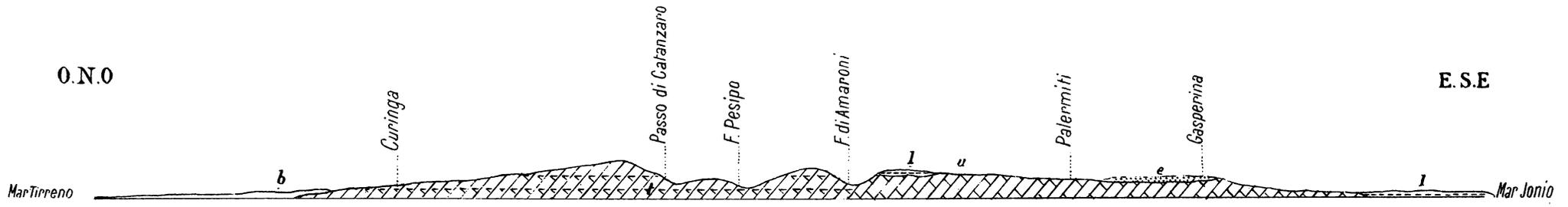


Fig. 1

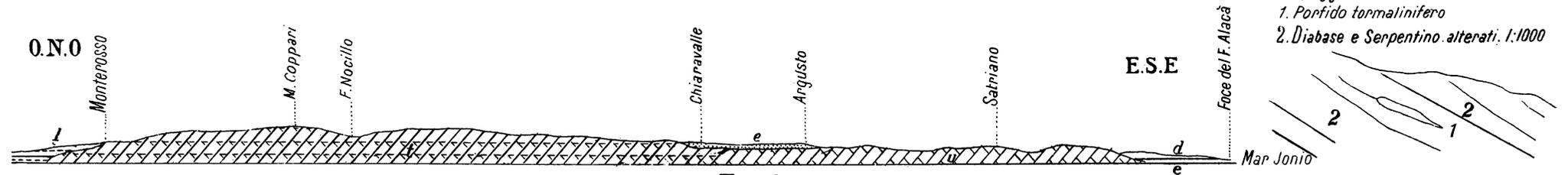


Fig. 2

Fig. 8
Sotto poggio Accolla sul Bovalico
1. Porfido tormalinifero
2. Diabase e Serpentino alterati. 1:1000

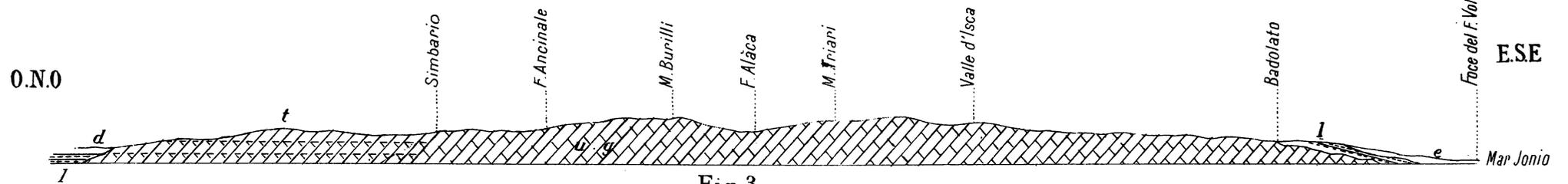
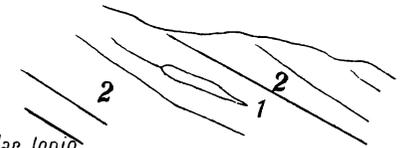


Fig. 3

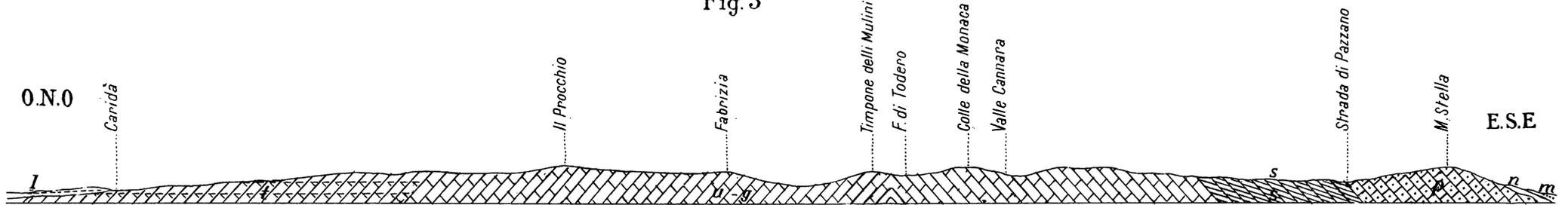


Fig. 4

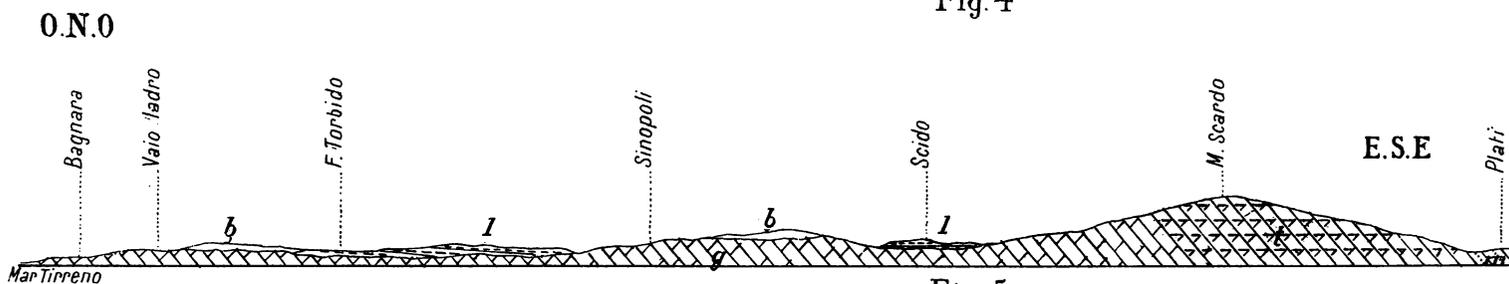


Fig. 5

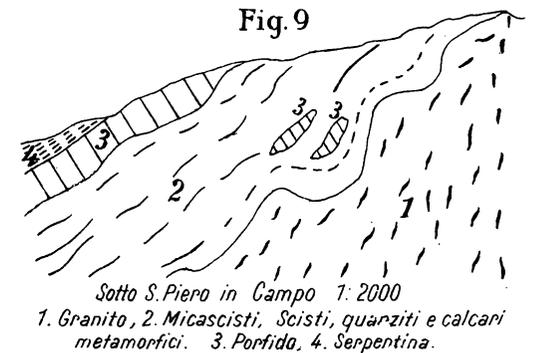


Fig. 9
Sotto S. Piero in Campo 1:2000
1. Granito, 2. Micascisti, Scisti, quarziti e calcari metamorfici. 3. Porfido, 4. Serpentina.

Le figure 1-7 sono nella scala di 1:125,000

Fig. 6

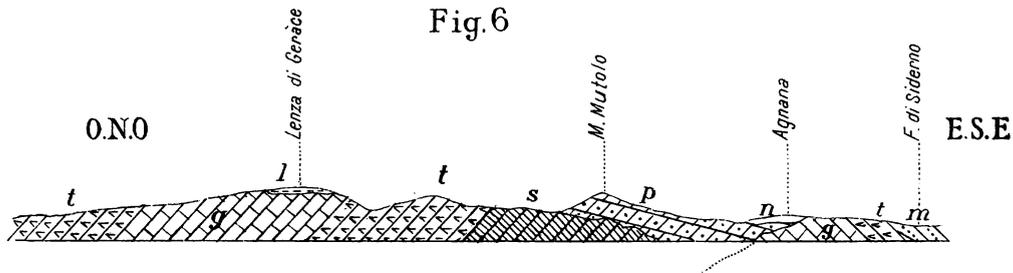


Fig. 7

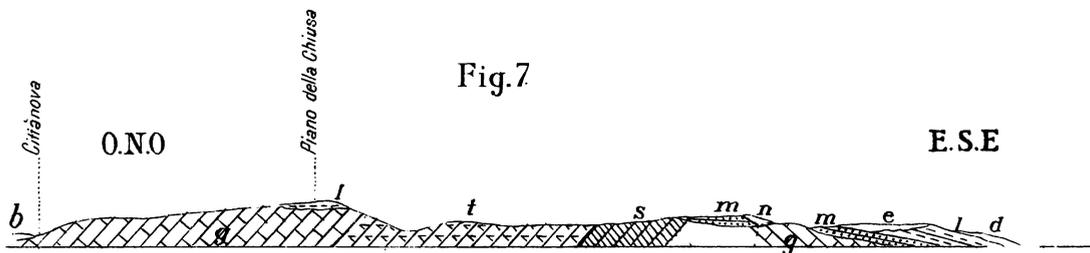
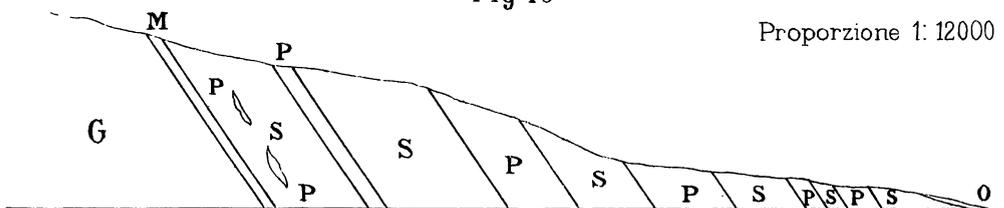


Fig. 10



Scendendo dal Cimitero di S. Piero in Campo al Fosso dell' Ajalino

G Granito M Micascisti metamorfici P Porfido O Alluvione recente
S Serpentino, Diabase ed Eufotide alterati

SPIEGAZIONE DEI SEGNI

- | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| | g Granito. u Diorite quarzifera | |
| | t Scisti cristallini | |
| | s Scisti carboniosi | |
| | p Calcarea titonica | |
| | m Eocene | |
| | n Miocene inferiore | d Postpliocene marina |
| | l Miocene media | b Alluvione |
| | e Pliocene | |