ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

1° Semestre.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

Noi abbiamo ripetuto l'esperienza descritta dall'Inghilleri, esponendo alla luce 200 cc. di formalina al 40 % e 12 grammi di acido ossalico cristallizzato, in due tubi, dal 26 maggio al 1° novembre; ma non abbiamo ottenuto che 0,4 grammi di un residuo gommoso, quale si ha pure, sebbene in minore quantità, per completo evaporamento della formalina del commercio.

Anche questa volta vogliamo ricordare l'aiuto prestatoci dal dottore G. B. Bernardis.

Geologia. — *La zona serpentinosa della Liguria occidentale.* Nota I del Socio Carlo De Stefani.

La regione che esamino è situata fra Scrivia e Polcevera ad est, Bormida e Letimbro a ovest, il mare a sud, la valle del Pò a nord.

Le roccie serpentinose della Liguria occidentale erano state fin dal 1846 attribuite dal Pareto al terziario insieme con quelle del rimanente Appenino, opinione seguìta da altri, e anche da me, fino a che nel 1883 Issel e Mazzuoli [1] con un accurato studio compiuto nel versante destro della valle di Polcevera sostennero che le Serpentine e le rocce concomitanti situate a ponente dei calcari triassici erano più antiche di quelle veramente eoceniche situate a levante, e più antiche dei calcari. Come avviene, specialmente in geologia, quando autorevoli scrittori emettono una nuova opinione con sussidio di replicate osservazioni locali, accettai io pure quest'ultima opinione, non si però che col tempo si venissero formando in me dei dubbî, parziali da prima, poi sempre crescenti, fino a che fui indotto ad una convinzione diversa ed a tornare all'opinione antica del Pareto.

Ne dò ora le ragioni, adducendo una serie di spaccati, secondo i miei appunti.

Intanto nel 1911 Termier e Boussac [2] pubblicarono su queste regioni una Nota nella quale sostennero:

1° Gli affioramenti del Trias fra Sestri Ponente ed Isoverde rappresentano i resti di un anticlinale.

2° La zona delle pietre verdi ad ovest e ad est dei medesimi appartengono ad un medesimo terreno solo diversamente metamorfosato.

3° La zona della valle Polcevera rappresenta una serie comprensiva di terreni post-triasici.

[1] L. Mazzuoli ed A. Issel, *Nota sulla zona di coincidenza delle formazioni ofiolitiche eocenica e triasica della Liguria occidentale* (Boll. R. Com. geol., 1884, n. 2).

[2] P. Termier et J. Boussac, *Sur l'existence dans l'Appennin Ligure au nord-est de Gènes d'un passage latéral de la série christallphyllienne dite des schistes lustrés à la série sédimentaire ophiolitique de l'Appennin* (C. R. Acc. des Sc., Paris, tome 152, pag. 1361-1811).

Che questa ultima zona sia post-triasica non è una novità: solo i due autori non la ritengono tutta eocenica.

Nella prima e nella seconda proposizione convengo pienamente, salvo lieve modificazione alla prima.

Il Franchi ha di poi riesaminato la questione ma non la definisce in modo sicuro [1].

Premetto un cenno sui calcari triassici e sulle rocce silicee che direttamente li sorreggono, accettando per queste la successione stabilita da Issel, Rovereto e Zaccagna per tutta la Riviera di Ponente.

Queste rocce che appaiono alla base dei calcari triassici sono: Quarziti, Anageniti, Puddinghe silicee, inferiormente alternanti con galestri verdi e rossi o filladi molto alterate. I citati Autori le attribuiscono, sebbene non con piena sicurezza, al Trias inferiore, perchè a Castagnabanca, fuori della regione da me presa in esame, fu trovata una, bivalve ritenuta *Myacites fassaensis* prima, *Estheria?* poi.

In Provenza a Hyères ed ai Six Fours secondo il Bertrand e altri i grossi banchi di Quarzite formano la parte superiore del sistema delle Filladi e sottostanno al Permiano fossilifero: secondo la carta geologica di Francia invece essi vi sovrastano. Nell'Appennino toscano Puddinghe e Quarziti abbastanza somiglianti, si trovano nel Monte Pisano, dove costituiscono il tipo del così detto *Verrucano*, soltanto sotto il Carbonifero superiore [2]. Alcuni strati di Puddinga, però alquanto diversi, nella Valle della Bormida in Liguria si trovano sotto il Carbonifero medio. Nelle Alpi Apuane, p. e. nel Monte Corchia e nel pizzo d'Uccello, rocce litologicamente identiche, le quali in antico erano qualificate per Porfido, si trovano, come in Liguria, immediatamente alla base del Trias e potrebbero pur esse attribuirsi al Trias inferiore; ma solo in via di ipotesi, perchè al di sotto succedono immediatamente rocce del Siluriano medio: non si sa quindi se sotto il calcare Triassico Apuano sieno rappresentati pure strati del Permiano e del Carbonifero o del Devoniano,

[1] S. Franchi, *Relazioni preliminari sulla campagna geologica dell'anno 1911* (Boll. R. Com. geol., vol. XLIII, 1912 pag. 41). Egli, e così le carte più recenti del Comitato geologico attribuiscono le pietre verdi situate ad ovest dei calcari triassici al secondario, escluso il trias inferiore, quindi le ritengono non più sottoposte ai calcari come Issel e Mazzuoli, ma sovrapposte. Infatti lo sono, ma vedremo che non si possono distinguere dalle pietre verdi eoceniche situate ad est.

[2] Dove la puddinga del *Verrucano* del Monte Pisano è sciolta e disgregata come a Cucigliana essa ha componenti e caratteri identici a quella della Liguria occidentale supposta triassica. Solo contiene in più Tormalinite in straterelli alternanti col Quarzo, spostati e scontorti prima di diventare ghiaie. Le ghiaie quarzose Pisane e Liguri derivarono probabilmente dallo sfacimento d'un granito, come simili ghiaie dei Lidi di Capo Corso. I banchi del *Verrucano* Pisano stanno sotto il Carbonifero Stefaniano e sopra Quarziti con bivalvi d'incerta classificazione, probabilmente Devoniane, che andrebbero paragonate con quelle, pure incerte, di Castagnabanca in Liguria.

quali si trovano nel Monte Pisano ed all'Isola d'Elba, e d'altra parte i calcari Triassici sembrano posare con trasgressione stratigrafica sopra rocce più antiche, come avviene dell'Infralias, e talora mancano completamente fra le rocce antiche e quelle più recenti di essi.

Nel dir ciò io mi fondo sull'osservazione diretta degli strati e dei fossili, del resto già noti.

Pur provvisoriamente accetto l'attribuzione al Trias inferiore delle Quarziti e delle altre rocce sottostanti direttamente ai calcari triassici di Liguria.

Fossili, tra Genova e Savona non ne ho trovati; soltanto sulla superficie degli strati delle Filladi cloritose ad Arenzano ho trovato una rete di tali impronte da dare idea di quelle dell'*Helminthoidea labyrinthica* Heer; ma simili impronte si trovano i tutti i terreni pure antichi ed io le trovai anche nel Paleozoico del Monte Pisano; d'altra parte gli strati di Arenzano sono così alterati che io non mi fido troppo neppure di affermare che veramente si tratti di impronte organogeniche.

Compaiono le dette Quarziti e Filladi fra Savona e Genova, in pochissimi strati, a Voltaggio, ad Arenzano.

I calcari triassici nella presente regione si possono così distinguere, cominciando dal basso:

1. Calcari compatti cerulei, chiari, alquanto magnesiaci, che io pel primo [1] notai essere identici ai *Grezzoni* i quali stanno alla base della formazione marmifera nelle Alpi Apuane.

2. Calcari cerulei scuri, compatti, sottilmente stratificati, talora con qualche strato siliceo, spesso molto schistosi, scuri.

3. Calcari terrosi, brecciosi, con frammenti di calcare compatto scuro e di schisti verdognoli.

I primi rispondono al *Muschelkalk*, come attesta la serie dei fossili, sebbene per lo più difficili ad aversi ben conservati, nelle Alpi Apuane. In Liguria, a ponente di Savona, nell'isola di Bergeggi, trovai sicuramente la *Retzia trigonella* Münst., con altri Brachiopodi, con *Gyroporellae*, *Dactyloporae*, Encrini. Nella regione che ora consideriamo quasi può dirsi che i fossili manchino, ad eccezione di minute foraminifere mal conservate, quasi ovunque presenti. Nel Bric del Gazo, a levante, negli strati più schistosi e più scuri trovai delle piccole *Gyroporellae* diverse da quelle di Carcaraia nelle Alpi Apuane, e nel calcare chiaro indizî di Crinoidi, come a Cogoleto,

[1] C. De Stefani, *Sulle serpentine italiane* (Atti del R. Ist. Veneto, serie VI, vol. II, Venezia, 1884), pag. 8, in nota; *L'Appennino fra il Colle dell'Altare e la Polcevera* (Boll. Soc. geol. italiana, VI, pag. 261), 1887; *I grezzoni triassici nell'Appennino Ligure e nelle Alpi Marittime* (Processo verbale della Società toscana di scienze naturali 13 novembre 1887, pag. 8).

oltre alle solite indeterminate foraminifere che ho trovato anche sull'Iso, a Cogoleto e quasi per tutto.

Il Franchi ai Torbi trovò univalvi; il Rovereto rammenta altrove delle *Diploporae*. Nei Grezzoni formanti ghiaie entro i conglomerati oligocenici trovai parecchî Gasteropodi a Celle, e congerie di grossa *Gyroporella* cfr. *triasina* Sch. a Celle e alla Sella sul Letimbro.

I calcari cerulei schistosi rispondono bene ai calcari cerulei con selce ed ai *Bardigli*, talora schistosi, delle Alpi Apuane. Questi alla Cappella presso Seravezza e nell'Alpe di Tenerano contengono grossi *Megalodus*; alla Cappella pure grandi *Pseudomelaniae* e resti di Sauriano. Li attribuisco perciò al *Dachstein* al Trias superiore. Anche Termier e Boussac, con singolare concordanza, però in base ad osservazioni da essi fatti nelle Alpi francesi, li attribuiscono alla medesima età.

Calcari terrosi, brecciosi, nelle Alpi Apuane se ne trovano a parecchi livelli specialmente alla base degli schisti del Trias superiore, e sopra questi alla base dell'Infralias. Nell'Appennino Ligure essi coprono direttamente gli altri calcari triassici e andranno attribuiti in generale al Trias superiore, senza escludere che in qualche caso giungano all'Infralias.

Nelle Alpi Apuane la serie triasica si chiude con altri strati di schisti lucenti, quarzosi, sericitici, i quali mancano in quei luoghi che ora esaminerò, ma probabilmente compaiono sopra i calcari triassici più ad occidente, a nord di Sestri Ponente, ad Arenzano, forse anche a Bergeggi dove altra volta, fidandomi della comune attribuzione delle Filladi ad età antica, ritenni che esistesse un rovesciamento, da altri poi interpretato come una faglia della quale non si vede traccia.

Ed ora passerò ad indicare i rapporti stratigrafici notati fra i calcari triassici e le rocce che direttamente li ricoprono. In tutto il resto della regione fino a Savona ed alla Bormida i calcari triassici stanno sottoposti alle medesime rocce; ma siccome le chiavi dell'età precisa là non si troverebbero, così, non ne parlerò quì.

La regione esaminata è come un quadrato. Nel lato orientale parallelamente alla Polcevera ed alla Scrivia si estendono in gran numero e con grande regolarità allungate sul meridiano le ellissoidi di calcare triassico fra Voltaggio a nord, il mare a sud. Qualche altro lembo sta lungo il mare, e qualche altro isolato sta nel mezzo o presso il lato occidentale.

Comincerò dal lembo più settentrionale del lato est, da Voltaggio.

Voltaggio.

A Voltaggio sulla sinistra del Lemmo sono alcuni piccoli lembi riconosciuti triassici da Issel e Mazzuoli ed ora anche dal Sacco, nel Bric Brogie, al Lago, ed al Castello di Voltaggio. Sono costituiti da Grezzone interamente isolato in mezzo a terreni schistoso-argillosi eocenici. Quello del Castello

posa sopra Quarziti compatte, verdi, a sottili strati, quasi verticali, diretti da nord-est a sud-ovest, del Trias inferiore, piritifere, e ciò che sul principio a qualche geologo lasciava luogo a dubbî, si è lo strettissimo suo rapporto coi calcari più recenti, eocenici immediatamente sottostanti alle Serpentine. In ispecie nella cava dalla parte di Voltaggio il *Grezzone* pende di circa 20° a S. 50 O.; mentre il calcare terziario in strati non molto alti e poco metamorfosati sta sovrapposto nelle parti più elevate e più esterne, con grande discordanza, sebbene alcune piegature abbiano implicato e strette insieme ambedue le rocce. Quest'ultimo calcare è disposto a cupola secondo la curva della massa sottostante. Sul confine trovasi una formazione di magnesite e di steatite. Presso le superfici di contatto la magnesite penetra brevemente alcune spaccature del calcare triassico ma poi anche più in basso molte volte ricopre di sottile patina candidissima e fina le spaccature. Qualche cosa di simile vidi all'esterno di una delle cave di *Grezzone* a Cogoleto presso il contatto con le rocce serpentinose sovrastanti. È palese secondo me la origine della Magnesite per via di acque che si provvidero di silicato di magnesia nelle sovrastanti e contigue serpentine e steatiti e lo distribuirono nel *Grezzone* in età recente, dopo che vi si erano formate le fessure. Il calcare triassico del resto non è alterato. È a notarsi che in prossimità di quei calcari triassici, come di quelli screziati probabilmente nummulitici dei quali dirò poi, di sotto alle alluvioni, o direttamente, escono le acque termo-minerali solfuree, probabilmente mineralizzate dalle piriti che si trovano nelle sottostanti quarziti del Trias inferiore.

Isoverde (fig. 1, 2, 3).

Quivi i calcari triassici formano un domo, o cupola ben distinta, non già un sinclinale come figura una carta del Baldacci.

La parte interna della cupola è formata dai *Grezzoni* del Trias medio, chiari, compatti, magnesiaci, in strati sufficentemente distinti, alternati a volte con sottili strati scistosi gialli, ma sovente screpolati da grosse fessure, o brecciosi, inferiormente pieni di vene domolitiche, senza fossili, salvo traccia di foraminifere: vi alterna qualche straterello di schisto giallo.

La periferia è costituita, salvo al ponte dell'Officina elettrica sul Rio di Prato Leone dove sono ridotti a pochissima altezza, da calcari di colore ceruleo cupo, alquanto ceroidi, molto schistosi, paragonabili non già al Retico ma al *Bardiglio* triassico delle Alpi Apuane (fig. 1, 3). Essi sono perfettamente concordanti col *Grezzone* quando si distinguano in questo i veri strati a contatto, non già le fessure trasversali che li dissimulano: all'esterno, in ispecie nel lato orientale, gli strati del *Bardiglio* sono di sovente molto contorti.

Lungo la periferia occidentale la parte schistosa, sotto forma di scisto plumbeo o di fillade scura quasi carboniosa (fig. 3), predomina sul calcare.

Nell'estremo sud-ovest sul Rio che viene da Prato Leone il *Bardiglio* passa in parte ad un calcare ceroide molto schistoso (fig. 2) che si potrebbe ritenere equivalente alla zona principale dei marmi delle Alpi Apuane la quale sta appunto fra Grezzoni e Bardigli o Calcari con selce. Ivi il calcare ha molte fessure e sulla sinistra del torrente, a monte della Fornace superiore vi si nota un profondo pozzo verticale, donde le acque si debbono perdere per scaturire altrove.

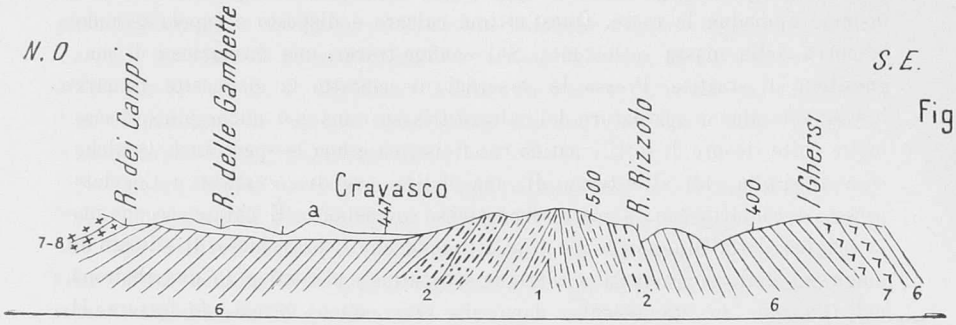


Fig. 1

I calcari formano dunque una ellissoide, usando questa parola nel senso che le dànno i geologi, con asse maggiore diretto da est nord-est ad ovest

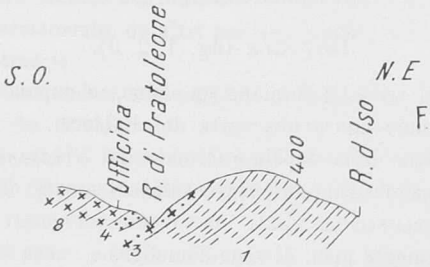


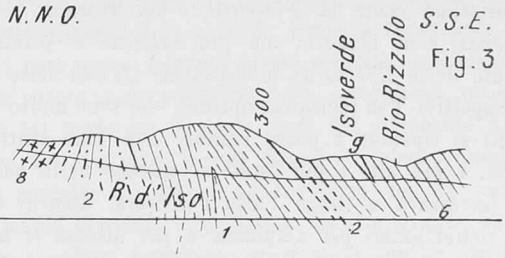
Fig. 2

sud-ovest, traversata dall'Iso. La struttura periclinale, pur notata da Termier e Boussac, è ben visibile ogni intorno, e lungo l'Iso quasi a metà dell'ellissoide si scorge la disposizione anticlinale. Per la natura litologica l'ellissoide calcarea sopravanza morfologicamente assai rispetto alle rocce friabili circostanti, e se ne vede nettamente la volta resecata dalla denudazione.

Lungo l'Iso (fig. 3) nel lato occidentale dell'ellissoide i *Grezzoni* presso il loro confine superiore pendono 45° a E. 20° S., nella parte più interna pendono ancora di 58° a E. 50° S. Lungo il Rio di Prato Leone (fig. 2), sulla cui destra i *Grezzoni* occupano solo pochi metri quadrati sul viottolino

a valle della casa Noncian, nell'estremo sud-ovest dell'ellissoide, scendono di 45° a S. 10° O.

I *Bardigli* ed i calcari ceroidi in strati ben distinti, soltanto nella parte settentrionale più alta del poggio calcareo scendono di 50 a 60° verso S. 10 E. (fig. 1). Nel lato orientale, pur sempre sull'Iso, verso Isoverde (fig. 3), pendono 45° a sud; sulla sinistra del Rio di Prato Leone a valle



del Ponte dell'Officina elettrica (fig. 2) hanno pendenze di 25° a S. 10 O., e più a monte, sopra la Fornace superiore, i calcari schistosi alquanto ceroidi pendono ad ovest 10 a O. 10 S.

Spiegazione dei segni

1 Grezzone. *Trias medio*
2 Bardiglio. *Trias superiore*
3 *Calcari ceroidi* "
4 *Schisti e calcari terrosi* " "
5 *Brecciole di calcare grigio. Infralias*
6 *Schisti. Calceschisti. Arenarie. Calcari. Eocene superiore*
7 *Serpentine. Lherzoliti.* " "
8 *Diabasi* " "
9 *Tufi serpentinosi. g. Tufi gessificati*
a *Alluvioni*

Scala di 1: 25000

Risalendo lungo il lato nord-ovest sull'Iso, verso Casa Buzzano, pendono ad ovest. Nell'estremo sud orientale sul Rio di Prato Leone chiudono l'ellissoide, e sono coperti da strati alti pochi metri di calcare giallastro terroso scistoso (fig. 2), con piccole e sottili lenti di schisto verde, come a Cogoleto, identici a quelli che in più tratti delle Alpi Apuane chiudono la serie dei calcari triassici e stanno immediatamente sotto od in mezzo agli scisti del Trias superiore.

Le rocce successive per età ai calcari non coprono la cupola sorpassandola da una parte all'altra; però la cingono tutta con inclinazione periclinale. A levante (fig. 1, 3) è estesissima serie di schisti argillosi, lucenti, neri, plumbei, scuri e giallastri, a strati per lo più molto contorti, traversati da frequenti ed intricate vene di calcite, accompagnati talora da strati scistosi calcarei, quasi veri Calceschisti, e raramente da sottili strati di arenarie scistose o durissime come la *Pietraforte* dei Toscani. Contengono banchi scarsi di Diabasi e di Gabbri; ma più Saxoniti a Olivina ed Enstatite, impropriamente dette Lherzoliti, e Serpentine (il così detto marmo Polcevera verde), coi rispettivi Tufi (Oficalce, Spilite), che sono molto frequenti: però i banchi o lenti si ripetono a poche riprese, non sono continui e non hanno grandi altezze. I più alti e più estesi si trovano nella parte settentrionale alla Pietra Lavezzara e lungo l'alta Polcevera. Banchi di Tufo calcareo-serpentinoso ristrettissimi per ampiezza e per altezza si notano nel livello inferiore poco sopra i calcari triassici a Isoverde dietro la chiesa sul torrente Rizzolo e poco sotto le case popolari lungo l'Iso, e presso a poco nella stessa situazione sulla destra del Rio di Prato Leone sotto il piano del Gallaneto. Il lembo calcareo-serpentinoso dietro la chiesa d'Isoverde è convertito in Gesso (fig. 3), probabilmente per opera di qualche sorgente minerale uscente presso i calcari, ora cessata, pari a quelle che tuttora sorgono dappresso ai calcari di Voltaggio.

Le rocce sedimentarie da questo lato sono per lo più poco alterate ed hanno aspetto relativamente recente. Le pendenze sono in generale verso est, a ridosso cioè dei calcari triassici; anzi, più dappresso a questi, p. e. alla Campana sotto la via provinciale di Voltaggio pendono, coerentemente ad essi, fin di 50° a est 20 sud. Deviazioni locali limitate sono, naturalmente, data la contorsione degli strati, frequentissime. P. e. presso S. Gottardo hanno inclinazione di 60° a nord 10 est. Verso il Gallaneto diventano fino orizzontali.

Questi medesimi schisti lucenti girano intorno alla parte settentrionale dell'ellissoide triassica sotto Cravasco fino all'Iso (fig. 1) e ben li videro il Sacco e il Rovereto. Forse conterranno qualche sottile banco di Serpentina; ma quelli che Sacco segna quà e là verso l'Iso, mi parvero in gran parte massi grandiosi di roccia Diabasia franata dalle pendici del M. Taccone. Gli strati pendono a nord-ovest con angoli forti, coprendo l'ellissoide triassica, e terminano all'Iso quasi a mo' di ampio cuneo. L'estesa conca alluviale di Gravasco (fig. 1) nasconde gl'immediati rapporti con le rocce verdi. Dubitai io pure da prima come il Sacco che la conca fosse riempita da materiali morenici scesi dai Monti Lecco (1072 m.) e Taccone (1113 m.), ma non ne trovai indizî, e ritengo si tratti di semplici alluvioni accumulate per il facile sfacimento cui vanno soggetti gli schisti testè indicati e per lo strozzamento che la barriera calcarea oppose alle acque scendenti a formare il Rio d'Iso.

Ad ogni modo le rocce verdi che costituiscono il fondo del torrente sotto la conca e le pendici sovraincombenti ad essa lungo la destra del Rio dei Campi, tanto nel Bric di Guana come nel Monte Taccone con le pendenze di 25° e più verso ovest dei loro banchi e delle reciproche intercalazioni accennano a sovrapporsi agli schisti lucenti indicati (fig. 1), a somiglianza delle rocce verdi assai più limitate del lato sud-est ed est dell'ellissoide. Sono esse Serpentine sottilmente stratificate, e Lherzoliti, Gabbri dei soliti, ed assai più frequentemente Diabasi rossi o verdi, simili a taluni che si trovano in Valle Polcevera; però assai frequentemente alterati, con elementi cloritici e anfibolici, sì da parere talora anfiboliti verdi, circostanza, quest'ultima, che non apparisce in tal modo fra le rocce verdi del rimanente Appennino.

Dalla destra del Rio d'Iso fino al Rio di Pratoleone queste rocce verdi stanno a diretto contatto coi calcari e li ricoprono (fig. 3), trovandovisi alla base talora una sottile brecciola serpentinosa come a levante, coprendo altresì nell'ultimo tratto i calcari terrosi con scisti verdi che ho attribuito al Trias superiore. Dal Rio di Prato Leone verso sud-ovest fino a raggiungere il già descritto versante d'Isoverde a sud-est, rocce scistoso-calcaree sedimentarie si interpongono di nuovo fra il Trias e l'alta serie delle rocce verdi. Sono al solito Calcescisti nettamente stratificati, cerulei o chiari talora arenacei, con vene di calcite, e Filladi lucenti molto scure, con macchie ferruginose, che dominano un po' in alto, p. e. nei lavori che si fanno per le nuove officine sull'Iso, e che del resto sono identici a quelli che in minori proporzioni si trovano più lontano a sud-est sull'Isoverde a Campora, presso la confluenza del Rio di San Martino, e altrove. Fra queste, le rocce calcifere hanno una certa somiglianza coi *Bardigli* della zona triassica; ma sono assai meno calcaree e meno scure.

Queste rocce che cingono l'ellissoide triassica a sud-ovest fra Casa Nonscian, C. Ciappa e il Gallaneto, formano una zona inferiore alle rocce verdi, rispondono ai Calceschisti sottostanti a queste rocce in regioni situate più a ponente, e continuano con quelle assai più estese nel lato sud-est dell'ellissoide, come raffigura anche il Sacco. Esse continuano il giro attorno ai calcari e pendono come questi verso ovest a nord di Casa Nonscian, poi a sud di questa verso ovest 10 nord di 60°, poi attorno Casa Ciappa verso sud 10 ovest di 40°. Ma a valle del Ponte sulla via rotabile che dalle nuove Officine porta ad Isoverde pendono già ad est.

Gallaneto (fig. 4).

In fondo al Rio che scende da sud-ovest verso il Gallaneto trovasi un breve affioramento di *Gressone*, coperto per un certo tratto, specialmente a valle e lungo la pendice destra, da lieve striscia di calcare scuro scistoso comparabile al *Bardiglio*.

Questo piccolo affioramento triassico conformato a cupola non è in contatto con la ellissoide d'Isoverde e non ne continua nemmeno precisamente la direzione. La direzione apparente dell'affioramento è quella stessa del Rio da sud sud-ovest a nord nord-est; ma anche sostanzialmente queste rocce triassiche puntano con angolo ragguardevole contro la direzione dell'ellissoide precedente, quantunque forse ne siano una semplice appendice, perchè a valle, verso il Gallaneto, tanto i pochi strati del *Bardiglio* quanto gli schisti recenti sovrastanti inclinano a sud 10 ovest di circa 25° accennando all'el-

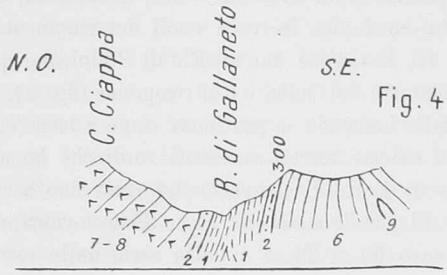


Fig. 4

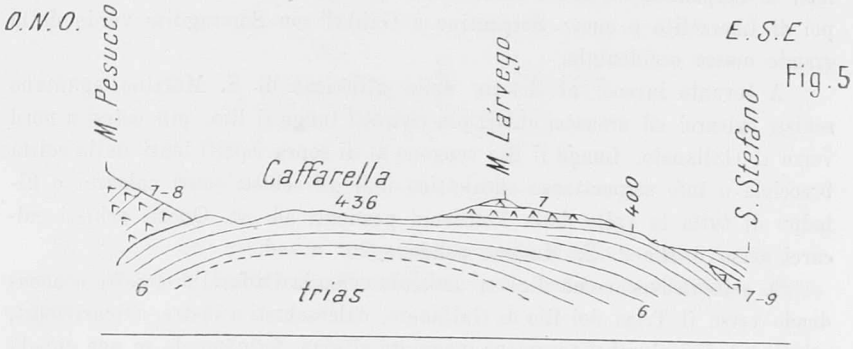
lissoide d'Isoverde. Probabilmente le rocce triassiche avevano già risentito dei movimenti prima della sovrapposizione dei successivi terreni locali; però si vede che ne hanno risentiti anche dipoi insieme a questi in senso tanto orizzontale quanto verticale.

Gli strati, talora molto scontorti, che circondano l'affioramento del Gallaneto, sono quelli stessi che cingono a sud-ovest l'ellissoide d'Isoverde, sebbene le pendenze sieno diverse ed in parte contrastanti per l'indipendenza delle due cupole. Si tratta di calceschisto bigio e di fillade gialliccia o bigio-chiara, o plumbea, pendente a destra del fosso presso il Gallaneto a sud 10 ovest, a questo paese ad ovest 20 sud di 25°, e poco a valle a sud; mentre poi scendendo verso il Rio d'Iso assumono la generale pendenza verso est.

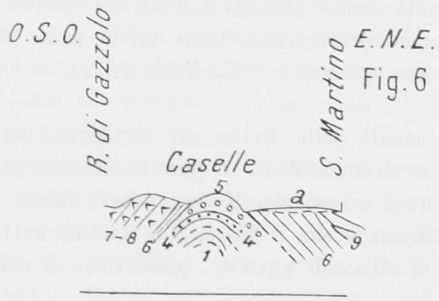
L'unità dei calceschisti e dello scisto filladico che ricoprono il lembo triassico ad ambedue i lati della valle, a levante ed a ponente, è evidente. La loro zona inferiore non contiene lembi serpentinosi; bensì la massa delle rocce verdi che sta a ponente si trova sovrapposta alla medesima. Qualche minimo lembo di *Grezzone* spunta nella parte più alta del Rio di Gallaneto perchè scendendo pel viottolo che vien dalla Caffarella ho veduto nel Rio qualche masso sperduto troppo grande per essere stato trasportato dal basso. Forse quel *Grezzone* è in rapporto con le piccole masse che il Franchi ha notato ad ovest e a nord della Caffarella e che io non ho visto.

San Martino (fig. 5, 6).

Questo piccolo lembo triassico sta a ponente di S. Martino a sinistra del Rio omonimo, sul medesimo allineamento dei precedenti, non però nel diretto prolungamento, poichè la massa ha direzione inclinata rispetto al Trias del Gallaneto, e quasi normale alla massa d'Isoverde. Ciò, pur sempre ad attestare gli svariati spostamenti anche recenti verificatisi nelle rocce della regione.



Sul Rio comparisce per pochi metri il *Grezzone* giallastro (fig. 6) coperto da calcare terroso pur giallastro. Succedono strati di questo calcare terroso con frammenti di calcare scuro, e con lenti di fillade cerulea, lucente e di schisti quarzosi, rasati, verdognoli con macchie di Limonite e cristallini di Pirite per lo più alterata in Limonite. Ritengo questi strati appartenenti al Trias superiore.



Ma la piccola, pur principale massa stratigraficamente sovrastante che si estende verso le Caselle e che viene scavata per calce, è costituita da un calcare breccioso grigio-cupo (fig. 6), sperso in una massa terroso-calcarea, compatta, pur sempre giallognola, il tutto senza fossili. Essa non circonda

completamente i *Grezzoni*, mostrandosi anche in questa ellissoide quelle discontinuità che si notano nelle altre.

Attribuisco questi strati all'Infralias. Calcari simili si ripetono in mezzo all'Infralias nelle Alpi Apuane.

I soliti terreni indicati in addietro girano tutto intorno e ricoprono il Trias. Però dal lato di ponente lo strato alquanto scontorto dello schisto argilloso, arenaceo, lucente, ceruleo, sedimentario è ridotto a pochi metri, cui succedono immediatamente, pendenti sempre ad ovest, come lo schisto, letti di Serpentina verde con Asbesto indi più alte masse di Diabasi alterati, poi di Lherzolite e nuove Serpentine e Gabbri con Smaragdite verde della grande massa occidentale.

A levante invece, al disotto delle alluvioni di S. Martino spuntano schisti calcarei ed arenacei chiari più ristretti lungo il Rio, più estesi a nord verso il Gallaneto. Lungo il Rio vengono al di sopra sottili lenti della solita brecciola o tufo serpentinoso oficalcitico indi gli schisti scuri calcarei e filladici di tutta la valle della Polcevera pendenti ad est. Questi schisti calcarei verso il Rio di S. Martino pendono 20° a sud.

A settentrione, come dicevo, andando verso la Caffarella (fig. 5) e scendendo verso il Trias del Rio di Gallaneto, calceschisti a lastre, calcari scuri, schisti filladici plumbei assumono maggiore altezza, formano da se una cupola evidente ad ampio raggio e si sottopongono direttamente alla grande massa serpentinosa occidentale i cui lembi estremi si protendono verso oriente a ricoprire la cupola e confermano la immediata continuazione dei lembi della gamba orientale con la gamba occidentale.

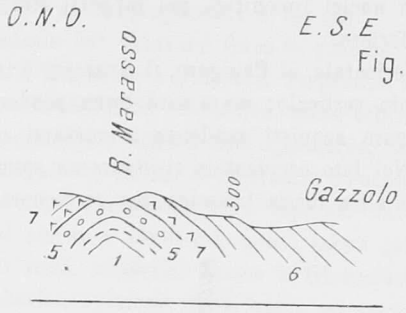
Infatti alla Caffarella (fig. 6) gli schisti diventano affatto orizzontali e le Lherzoliti provenienti dal Monte Pesucco, ivi pendenti ad ovest si incurvano, diventano orizzontali, tali si mantengono, dopo sorpassata l'interruzione del solco vallico, nel monte Larvego e nelle sue pendici a nord, indi s'incurvano ed accennano a penetrare per breve tratto, prima di scomparire completamente, in mezzo agli schisti della Valle dell'Iso e della Polcevera pendenti ad est.

Ivi, ripeto, l'unicità delle formazioni occidentale ed orientale non potrebbe essere più evidente, sebbene ivi pure le masse serpentinose diabasiche finiscano per arrestarsi ad oriente. Nella sostanza hanno ragione Termier e Boussac quando affermano che il Trias, se non come anticlinale unico, sebbene sotto forma di ellissoidi separate, passa sotto il colle della Caffarella come in un *tunnel*.

Rio Marasso (fig. 7).

Quasi nella diretta continuazione della massa di S. Martino, sulla destra del Rio Marasso, in fondo e presso il suo termine è altra piccola massa principalmente costituita da calcare terroso-giallastro del Trias superiore, e

di calcare grigio-cupo breccioso dell'Infralias che viene scavato per calcina. Ivi pure la Serpentina copre ad anticlinale la massa e dalla sinistra del Rio passa sulla destra dove poi si sottopone alle solite rocce schistose del colle di Gazzolo pendenti come le altre ad est.



Io non vi ho notato la netta sottoposizione dello schisto del lato di ponente ai calcari, figurata da Mazzuoli ed Issel; bensì una situazione affatto opposta.

Monte Torbi, Casa Giachin, Tujo, Prati.

L'ellissoide ragguardevole di M. Torbi, principalmente costituita da *Grezzoni*, nella quale il Franchi trovò dei Gasteropodi, ricorda quella d'Isoverde e l'altra, che poi esamineremo, del Gazo. Ad est, ad ovest e a sud, il *Grezzone* è coperto da calcari scuri a lastre, talora con selce, del Trias superiore, attestanti la disposizione anticlinale. Ad occidente, alla Vaccarezza, succedono filladi argillose identiche a quelle del lato orientale, accompagnate da Calceschisti e sottostanti ad ambedue i lati a Serpentine ed a Lherzoliti con Olivina, Enstatite e Diopside, e Saxoniti con Olivina ed Enstatite. Il Sacco attribuisce gli schisti del lato occidentale ad età antica; mentre l'Issel ed il Rovereto in parte li equiparano a quelli del lato orientale. Invero litologicamente non diversificano.

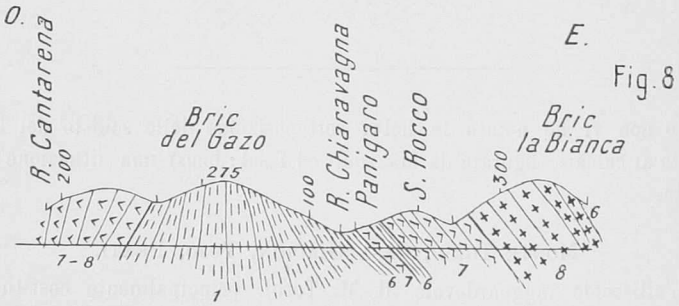
Piccoli lembi di calcare triassico in parte isolati in mezzo ai medesimi schisti, in parte al confine fra la roccia serpentinosa a occidente e lo schisto a oriente, ma tutti coperti da rocce le quali con ininterrotta curva anticlinale passano da una parte all'altra della profonda valle nella quale essi compaiono, sono quelli di Nià di Puli e di Casa Giacchin, del Tujo inferiore, dei Prati.

Bric del Gazo (fig. 8).

È questa la massa calcarea più ragguardevole e in parte la più studiata.

Si può dire sia interamente costituita da *Grezzone*; sebbene nel lato orientale, lungo la Chiaravagna che salvo un poco nel suo termine meridionale ne segna il confine, alla Serra ed in altri punti saltuarî, vi sieno sovrapposti degli strati di *Bardiglio*, talora con selce, del Trias superiore, da non confondere per la sua struttura alquanto ceroide, pel colore, per la mancanza di fossili e di nuclei limonitici, pei rapporti stratigrafici, col calcare a selce del Lias inferiore.

In questo lato orientale, al Panigaro, il *Grezzone* è inclinato 45° ad est, verso la Serra diventa verticale; ma a nord torna pendente verso est. Sulla sommità del Gazo pare acquisti tendenza a curvarsi quasi a chiudere la cupola anticlinale. Nel lato occidentale il *Grezzone* spunta accidentalmente solo qua e là, senza altra roccia triassica che lo ricopra, sulla sinistra del



piccolo Rio che lo confina quasi nettamente dagli altri terreni; ma è coperto da tale quantità di grandi massi franati che difficilmente si vede il contatto. Gli strati del *Grezzone*, qualora se ne possa bene osservare l'andamento, ciò che non sempre è facile, e prescindendo dalle solite fenditure, alle Calcinare più alte, ora abbandonate, pendono di 60° ad ovest 20 sud, immergendosi quindi sotto le rocce che stanno a destra del Rio e porgendo indizio di conformazione anticlinale della massa.

Ad ogni modo il non essere appariscenti la cerchia delle rocce triassiche sovrastanti al *Grezzone* e la conformazione ad anticlinale, ha potuto giustificare alcuni dubbî sull'età delle rocce circostanti, dubbî che, rispetto agli altri lembi triassici più difficilmente colà potevano essere eliminati.

Nel lato orientale ai calcari triassici succedono, con apparente concordanza e inclinati verso est, prima calcari scuri a lastre, minutamente screziati ma senza fossili, alti al più una ventina di metri, forse rappresentanti dei calcari ad *Helminthoidea*, poi altri calcari scistosi scuri e sottili strati filladici o arenacei, verdi, lucenti, rasati, con vene di quarzo, i quali, come sull'Iso, dappresso alla base racchiudono un lungo sottile banco di Serpentino. Dopo altri simili strati alquanto più alti vengono alte masse di Serpentino bastitico con vene di Asbesto e di Nefrite, con più scarsa Saxonite poco

alterata cui succedono alti Diabasi, spesso in sferoidi, verdi, rossastri, gialli secondo il grado di alterazione, con vene di Epidoto verde e di Laumonite, tuttavia con intercalazione di lenti schistose, rocce già bene illustrate da Mazzuoli e Issel. Tengono dietro gli schisti arenacei ed argillosi di Borzoli e della Polcevera pieni di irregolari vene di Calcite, pendenti ad est ma talora assai contorti ed anche pieghettati a zig-zag.

Nel lato occidentale del Trias del Gazo in qualche parte, al contatto, si osservano Lherzolite a Enstatite e Diopside, Serpentina con vene di Asbesto, oppure una Diabase convertita in Anfibolite molto schistosa, più raramente Gabbro, che ha sovente, come altrove nell'Appennino, struttura fluidale con sottili straterelli feldspatici e diallagici alternanti e successivamente pieghettati. Questi banchi in qualche punto sono separati dal Trias da poco alti strati di Calceschisti simili a quelli già notati, talora granatiferi, di Filladi alquanto micacee, di scisti anfibolici spesso a Glaucofane probabilmente in origine veri tufi diabasici, opinione nella quale mi trovo d'accordo per gli scisti a Glaucofane con Washington ed altri. Non vidi Quarziti.

Questi strati, quantunque localmente scontorti, e talora fittamente pieghettati a zig-zag, scendono nell'insieme verso ovest, e non ci si può sottrarre all'idea che la regione del Gazo sia conformata ad anticlinale come le altre, quantunque non si veda, come altrove, una diretta e completa continuazione della cintura occidentale con quella orientale.

Dall'estremità meridionale della massa calcarea scendendo lungo il solito Rio verso la Costa, il *Grezzone* seguita a spuntare qua e là in lembi isolati sotto la frana quaternaria pur con massi calcarei che ricopre anche la Serpentina del lato occidentale sulla destra del fosso e più in basso il Pliocene.

Un ultimo notevole lembo basso ed isolato fra il Pliocene comparisce alla confluenza del sopra detto Rio col Rio Cantarena a valle della ferrovia e della Costa sotto la Villa Ravaschio al Mulino di San Giovanni. Ivi un ultimo spunto di *Grezzone*, del quale non si vede la parte settentrionale, pende di 60° ad est 30° sud, ed è coperto a sud dal *Bardiglio* del Trias superiore sottilmente stratificato e alternato con qualche straterello schistoso scuro. A tratti gli strati ne sono verticali o anche leggermente invertiti cioè inclinati di 70° a nord 30° ovest; ma la pendenza normale è quella stessa del *Grezzone*, cioè ad est 30° sud. Succedono, concordanti, scisti arenaceimicaceo quarzosi di quelli solitamente formanti la copertura delle rocce triassiche.

È interessante osservare che questo estremo lembo meridionale verso il mare non segue la direzione delle masse calcaree precedentemente descritte ma tende a girare verso ponente mostrando con ciò la tendenza a congiungersi con gli altri lembi più lontani a ponente verso il mare, di Cogoleto ed Arenzano, e facendo dubitare, contrariamente a quanto si ritiene, che pur da questa parte marittima il giro delle masse serpentinose durissime e re-

sistenti alla erosione meteorica e marittima si chiuda con periferia non molto lontana nè diversa da quella della spiaggia attuale.

Come dicevo la immediata controparte settentrionale di questo ultimo lembo, ed il suo contatto con le rocce verdi, coperti dal Pliocene e dal Quaternario, non si vedono.

Meccanica. — *Un integrafo per l'equazione differenziale dell'odografo relativo al movimento dei proiettili in un mezzo comunque resistente.* Nota del Corrisp. C. Pascal.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Matematica. — *Resto nelle formule di quadratura, espresso con un integrale definito.* Nota del Corrisp. G. Peano.

Alcune formule di quadratura hanno il resto espresso mediante integrale definito. Tale è la formula di Taylor. Anche la formula sommatoria di Eulero ha un resto calcolato da Jacobi sotto forma d'integrale definito, e da cui si deducono le espressioni con valori medii. Caso particolare è la formula del trapezio:

$$\int_a^b fx\,\mathrm{d}x = \frac{b-a}{2}(fa+fb) + \text{Resto}\,,$$

ove

$$\text{Resto} = -\frac{1}{2}\int_a^b (x-a)(b-x)\,\mathrm{D}^2 fx\,\mathrm{d}x\,.$$

Di altre formule di quadratura si conosce solo il resto espresso mediante il valor medio d'una derivata. Tale è la formula detta di Simpson, e le formule di quadratura di Gauss, il cui resto fu calcolato dal prof. Mansion nell'anno 1887.

Di tutte le altre numerose formule di quadratura, non si conosce alcuna espressione del resto.

Il resto in ogni formula di quadratura si può sempre ridurre ad integrale, mediante la regola seguente. Uso i simboli del *Formulario mathematico* da me pubblicato, edizione 5ª, 1905-08:

$$\mathrm{R}\varepsilon\mathrm{qF(qFq)\,lin}\,.\,n\varepsilon\mathrm{N}_1 : f\varepsilon(\mathrm{qFq})\,\mathrm{integ}\,.\,\mathrm{grad}\,f < n\,.\supset_f.\,\mathrm{R}f = 0 :$$

$$f\,,\,\mathrm{D}^n f\varepsilon\mathrm{qFq} : \supset.\,\mathrm{R}f = \mathrm{S}\left\{\mathrm{R}\left[\frac{(z-x)^{n-1}}{(n-1)!}\,\frac{1}{2}\,\mathrm{sign}\,(z-x)\,|\,z\,,\,\mathrm{q}\right]\mathrm{D}^n fx\,|\,x\,,\,\mathrm{q}\right\}$$

o espresso in linguaggio ordinario: