

GEOLOGIA DEL MONTE PISANO

MEMORIA

DI

CARLO DE STEFANI.

ROMA,

TIPOGRAFIA BARBÈRA.

—
1877.

ERRATA

CORRIGE

Pag.	5, linea 13	il sottoporre	il sottoporre
»	10, » 26	che gli è	che le è
»	13, » 2	estesa interrotta	estesa alquanto interrotta
»	16, » 37	Pisa,	Firenze,
»	33, » 11	(<i>Cochloceras d' Anconae</i>)	(<i>Cochloceras</i>) <i>d' Anconae</i>
»	» » 22	Schafhautl	Schafhäutl
»	» » 38	<i>decorata</i>	<i>decorata</i> ,
»	38, » 34	efr. <i>crassus</i>	cfr. <i>crassus</i>
»	46, » 13	V. fig. A	V. fig. D
»	48, » 16	Monte Pisano.	S'intercali, dopo il punto, tutto il periodo, dalla linea 28 in poi, che comincia — « Nell' Apennino »
»	50, » 10	e a più	e da più
»	53, » 24	rovati	trovati
»	56, » 30	derivanti però	e sieno derivanti
»	62, » 20	diabasi, ecc. Dove	diabasi, appartenenti alla parte più alta dell' eocene superiore. Dove
»	63, » 2	<i>Fig. 1, 2</i>	<i>Fig. 1, 6</i>
»	65, » 8	(fig. 2)	(fig. 6)
»	69, » 24 e 25	<i>Rhinoceros leptorhinus</i> Cun. (me- garhinus <i>De Christol.</i>)	<i>Rhinoceros hemitoechus</i> Falc.
»	70, » 16	<i>Rhinoceros leptorhinus</i>	<i>Rhinoceros hemitoechus</i>
»	72, » 43	Ar. vol. I, I	Ann. I, vol. I
»	75, » 41	Soldani Ambrosius, <i>Testaceographiae ac Zoophytographiae parvae et microscopicae</i> , Siena 1789-1792	Soldani Ambrogio, <i>Saggio oritografico</i> , Siena 1780
	76, » 8	dell' Arno, e del Serchio, nell' interno	dell' Arno, nell' interno
»	79, » 35	più mite e meno marcato	più miti e meno marcate
»	84, » 40	Cordonan	Cordouan
»	86, » 36	uno o due dei tre	uno dei due o tre
»	92, » 31	altri paesi	alti paesi
»	94, » 16	avuto nome	avuto il nome
»	114, » 17	un risultante	una risultante
»	124, » 6	<i>Rhinoceros hemithecus</i>	<i>Rhinoceros hemitoechus</i>
»	» » 25	<i>Piano A</i>	<i>Piano B</i>
»	» » 26	<i>Piano B</i>	<i>Piano A</i>
»	125, » 31	Gerfalco, Monte Catini, Cesi,	Gerfalco, Cesi,

Estratto dal Volume III., Parte I. delle *Memorie del Regio Comitato Geologico.*

AL MIO MAESTRO

GIUSEPPE MENEGHINI

PROEMIO.

Il Monte Pisano è una fra le regioni dell'Italia centrale, intorno alla quale da più antico tempo si sono affaticati i geologi; e per opera specialmente di Paolo Savi che assai vi studiò, le roccie che lo compongono hanno servito più volte di tipo nell'esame dei paesi circostanti.

Esso ha poi la particolarità di formare una elevazione distinta, isolata e di non grande estensione, per cui porge l'opportunità, di fare delle indagini che possono riuscire discretamente minuziose, e sotto varii aspetti, non del tutto incomplete. Queste sono le ragioni le quali danno forse allo studio geologico del Monte Pisano un'importanza maggiore che altrimenti non avrebbe.

Le nuove osservazioni, ed i nuovi svolgimenti raggiunti dalla scienza, rendono necessario, via via, il rivedere e l'ampliare gli studii degli antecessori: nè d'altronde il perfezionare le osservazioni degli illustri scienziati che hanno preceduta la generazione presente, ed il sottoporne le loro opinioni alle critiche nostre, è un far torto a loro, come agli scienziati d'oggi giorno non faranno torto i nuovi studii e gli ulteriori progressi dell'avvenire. È destino dell'uomo il lavorare e l'affaticarsi più pegli altri che per sè, ed il preparare la materia per i progressi futuri, dei quali a lui non toccherà gioire.

Nel presente scritto saranno, forse, dei fatti e delle osservazioni nuove; molte, però, saranno le correzioni e molte e molte le aggiunte da farsi in seguito. Mi preme il dirlo, perchè non vorrei che alcuno desse alla mia pubblicazione un'importanza che io non sarei disposto a concederle; e perchè desidero che non solo le opinioni esposte, ma e le affermazioni dedotte, sieno soggettate a minuziosa critica, tanto più che è senza paragone più facile il criticare ciò che uno ha fatto, di quello che il fare ciò che poi deve sottoporsi alla critica degli altri.

Ho diviso lo scritto in tre parti: nella prima considero brevemente la situazione geografica odierna del Monte Pisano; nella seconda la natura delle rocce che lo costituiscono; nella terza finalmente esamino la geografia antica, cioè la storia orografica del medesimo e della serie montuosa della quale esso è una piccola parte. Per dare poi qualche utilità maggiore al mio lavoro, ho paragonato via via i terreni del Monte Pisano a quelli consimili di tutta la regione circostante, ed ho studiato questi nel loro insieme.

Desidero ricordare da ultimo, come i nostri scritti moderni di scienza, e così quelli di geologia, sieno invasi da una sequela di denominazioni e di modi di dire barbari, tradotti alla lettera dagli autori stranieri, senza badare che, ponendo mente allo spirito e non alla parola, quelli potrebbero essere rivestiti di nuova forma prettamente italiana. Per rimediare a questo gran difetto, e per la restaurazione delle scienze in Italia, occorrerà quanto ogni altra cosa, lo scrivere meglio, in fatto di lingua e di stile, chè almeno su ciò i posterì non troveranno nulla a ridire. Quei geologi i quali s'investiranno di questa necessità, io li seguirò sempre, e colle mie deboli forze tenterò contribuire all'opera loro.

BIBLIOGRAFIA.

- Anno 1596.— **Cesalpino** ANDREA, De Metallicis (*passim.*) — *Romæ.*
- » 1648.— **Aldebrandi** ULISSE, Musoeum metallicum. — *Bononiae.*
 - » 1712.— **Zambeccari**, Trattato dei Bagni di Pisa e di Lucca.
 - » 1750.— **Cocchi** ANTONIO, Trattato dei Bagni di Pisa — *Firenze.*
 - » 1752.— **Blanchi** GIOVANNI, Trattato dei Bagni di Pisa posti ai pie' del Monte di San Giuliano — *Firenze.*
 - » 1754.— **Targioni-Tozzetti** ANTONIO, Prodromo della Corografia e Topografia della Toscana.
 - » 1757.— **Masny** BARTOLOMMEO, Analisi delle acque acidule d' Asciano — *Firenze.*
 - » 1758. » » Analisi delle acque termali dei Bagni di San Giuliano — *Firenze.*
 - » 1768.— **Targioni-Tozzetti** ANTONIO, Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana, (Tomo I). — *Firenze.*
 - » 1772.— **Cesalpino** ANDREA, Esame chimico dell' acqua acidula d' Agnauo (*Giornale dei Letterati*, Tom. VIII, p. 154) — *Pisa.*
 - » 1780.— **Soldani** AMBROGIO, Saggio orittografico, ovvero osservazioni sopra le terre nautiliche ed ammonitiche della Toscana — *Siena.*
 - » 1796.— **Menabuoni** GIOVANNI, Storia naturale delle adiacenze di Pisa — *Firenze.*
 - » 1823.— **Sauti** GIORGIO, Analisi chimica delle acque dei Bagni Pisani e dell' acqua acidula d' Asciano — *Pisa.*
 - » 1830.— **Savi** PAOLO, Catalogo ragionato di una collezione geognostica contenente le rocce più caratteristiche della Toscana — *Pisa.*
 - » 1832.— **Savi** PAOLO, Osservazioni geognostiche sui terreni antichi toscani concernenti, specialmente i Monti Pisani, le Alpi Apuane e la Lunigiana (*Nuovo Giornale dei Letterati*, Tom. XXIV, Parte scientifica, p. 202) — *Pisa.*
 - » » **Savi** PAOLO, Carta geologica dei Monti Pisani levata dal vero — *Pisa.*
 - » 1833.— **Savi** PAOLO, Studii geologici della Toscana (*Nuovo Giornale dei Letterati*, Tom. XXIX, Parte scientifica) — *Pisa.*
 - » 1834.— **Savi** PAOLO, Alterazioni plutoniane sofferte dalla calce carbonata compatta, cioè alberese; sua conversione in Calcare Salino ed in Dolomite (*Nuovo Giornale dei Letterati*, Tom. XXX, N. 78). — *Pisa.*
 - » 1835.— **Gilli** GIUSEPPE, Progetto di una carta geografica ed orittogouostica della Toscana — *Venezia.*
 - » 1839.— **Pasini** LODOVICO, Processi verbali della Sezione di Geologia, Mineralogia e Geografia della riunione degli Scienziati Italiani — *Pisa.*
 - » » **Repetti** EMANUELE, Dizionario geografico, fisico e storico della Toscana (Monte Pisano) — *Firenze.*
 - » » **Hoffmann** FRIEDRICH, Geognostische Beobachtungen gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien (*Karstens Arch.* Bd. XIII) — *Berlin.*
 - » 1843.— **Gilli** GIUSEPPE, Saggio di statistica mineralogica della Toscana (*Nuovi Annali di Scienze Naturali di Bologna*, Serie 1^a, Tom. VIII, IX, X) — *Bologna.*
 - » » **Pilla** LEOPOLDO, Atti verbali della Sezione di Geologia, Mineralogia e Geografia della 5^a riunione degli Scienziati Italiani, tenuta in Lucca nel 1843 — *Lucca.*
 - » 1844.— **Collegno** GIACINTO, Essai d'une carte géologique de l'Italie (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de France*, Tom. XVIII) — *Paris.*

- Anno 1846.— **Savi** PAOLO, Sulla costituzione geologica dei Monti Pisani — *Pisa*.
- » 1847.— **Pilla** LEOPOLDO, Trattato di Geologia — *Pisa*, Vannucchi.
- » 1848.— **Von Klöden** GUSTAVO ADOLFO Osservazioni sui Monti Pisani (*Nuovi Annali di Scienze Naturali*, Serie 2^a, Tom. IX) — *Bologna*.
- » » **Russegger** GIUSEPPE, Osservazioni sui Monti Pisani e altre parti della provincia di Pisa (*Nuovi Annali di Scienze Naturali*, Serie 2^a, Tom. IX) — *Bologna*.
- » 1850.— **Apolloni** GAETANO, Dell'acqua minerale acidula d'Asciano — *Pisa*.
- » 1851.— **Savi** PAOLO e **Meneghini** GIUSEPPE, Considerazioni sulla geologia della Toscana — *Firenze*.
- » 1853.— **Meneghini** GIUSEPPE, Nuovi fossili toscani (*Annali delle Università Toscane*, Tom. III) — *Pisa*, Nistri, pag. 40 in-8°.
- » 1855.— **Anatasio** GUGLIELMO, Censo storico-fisico-geognostico dei Bagni di San Giuliano di Pisa, delle loro acque termali minerali, e dell'acqua acidula d'Asciano (*Memorie Vallarnesi*, Parte scientifica, Vol. IV, pag. 37) — *Pisa*.
- » 1856.— **Savi** PAOLO, Studii geologico-agricoli sulla pianura pisana (*Atti dell'Accademia dei Georgofili*, Nuova Serie, Tom. III) — *Firenze*, Cellini, pag. 36 in-8°.
- » 1859.— **Cuppari** PIETRO, Intorno alla geogenia agraria della pianura pisana (*Atti dell'Accademia dei Georgofili*, Vol. VII) — *Firenze*.
- » 1860.— **Puggaard** CHRISTOPHORE, Sur les calcaires plutonisés des Alpes Apuennes et du M. Pisano (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1859-60) — *Paris*.
- » 1862.— **Jervis** W. P., The mineral resources of Central Italy — *London*, Stanford, pag. 23.
- » 1863.— **Savi** PAOLO, Sulla costituzione geologica delle elissoidi della catena metallifera ed in particolare di quella delle Alpi Apuane (*Nuovo Cimento*, Vol. XVIII) — *Pisa*, Pieraccini, pag. 48 in-8°, con una Tav.
- » » **Savi** PAOLO, Dei movimenti avvenuti dopo la deposizione del terreno pliocenico nel suolo della Toscana ai quali sembra debbasi attribuire l'attuale configurazione della sua superficie (*Nuovo Cimento*, Vol. XVIII) — *Pisa*.
- » 1863.— **Savi** PAOLO, Saggio sulla costituzione geologica della Provincia di Pisa, e Carta geologica dei Monti Pisani levata dal vero, aumentata e corretta (*Statistica della Provincia di Pisa*) — *Pisa*.
- » » **Ghilarducci** A. T., Acque di San Giuliano presso Pisa — *Pisa*.
- » » **Meneghini** GIUSEPPE, Enumerazione dei prodotti minerali della Provincia di Pisa (*Statistica della Provincia di Pisa*) — *Pisa*.
- » » **Torri** FRANCESCO, Sui Bagni di Pisa — *Pisa*.
- » 1864.— **Cocchi** IGINO, Sulla geologia dell'Italia Centrale — *Firenze*.
- » » **Della Santa** TITO e **Martini** ADOLFO, Condizioni attuali e miglioramenti possibili dell'acqua potabile della Provincia di Pisa — *Pisa*.
- » 1867.— **D'Achiardi** ANTONIO, Di alcune caverne e breccie ossifere dei Monti Pisani — *Pisa*.
- » 1868.— **Mariani** GIO. BATTISTA, Brevi cenni storici e analisi qualiquantitative delle acque termo-minerali di Uliveto presso Pisa — *Pisa*.
- » » **Arcangeli** GIOVANNI, Cenni sopra alcune delle principali rocce delle Provincie di Pisa e Livorno — *Pisa*, Nistri, pag. 26 in-16°.
- » » **Meneghini** GIUSEPPE, I marmi di Santa Maria del Giudice e San Lorenzo a Vaccoli — *Lucca*, Baroni, pag. 15 in-8°.
- » 1870.— **Meneghini** GIUSEPPE, Sulla ricchezza mineraria della Provincia di Pisa — *Pisa*.
- » 1871.— **D'Achiardi** ANTONIO, Su di alcuni minerali della Toscana non menzionati da altri o incompletamente descritti (*Bollettino del R. Comitato geologico*) — *Firenze*, Barbèra.
- » 1872.— **D'Achiardi** ANTONIO, Mineralogia della Toscana, Vol. 2 in-8° — *Pisa*, Nistri
- » 1873.— Nota dei prodotti minerali di costruzione e di ornamento della Provincia di Pisa, raccolti per la Esposizione di Vienna, 1873 — *Pisa*, Nistri.
- » » **De Stefani** CARLO, Sull'asse orografico della catena metallifera — *Pisa*.
- » » **Major** C. J., Remarques sur quelques mammifères post-tertiaires de l'Italie, suivis de considérations générales sur la faune des mammifères post-tertiaires (*Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, Vol. XV) — *Milano*.
- » » **Jervis** GUGLIELMO, Guida delle acque minerali d'Italia — *Torino*, Loescher (Parte I, pag. 42 e seg.).
- » 1874.— » » I tesori sotterranei dell'Italia — *Torino*, Loescher (Parte II, pag. 362-65).
- » 1875.— **De Stefani** CARLO, Considerazioni stratigrafiche sopra le rocce più antiche delle Alpi Apuane e del Monte Pisano — *Roma*, Barbèra.
- » » » » Di alcune conchiglie terrestri fossili nella terra rossa della pietra calcarea di Agnano nel Monte Pisano (*Atti Soc. Tosc. Scienze Nat.*, Vol. I, Fasc. II) — *Pisa*, Nistri.

- Anno 1875.— **De Stefani** CARLO, Natura geologica della Val di Nievole e delle valli di Lucca e di Bientina (*Atti Soc. Tosc. Scienze Nat.*, Vol. I, Fasc. II) — *Pisa*, Nistri.
- » » » » Dell'epoca geologica dei marmi dell'Italia centrale (*Bollettino R. Com. Geol.*, 1875, N. 7, 8) — *Roma*, Barbèra.
- » » **Nistri** GIOVANNI, S. Giuliano, le sue acque termali e i suoi dintorni — *Pisa*, Nistri.
- » 1876.— **Stagi** FRANCESCO, Ricerche chimiche sui calcari dei Monti Pisani (*Atti Soc. Tosc. di Scienze Nat.*, Vol. II, Fasc. II) — *Pisa*, Nistri.
- » » **De Stefani** CARLO, Fossili liassici inferiori del calcare ceroide del Monte Pisano (*Atti Soc. Tosc. di Scienze Nat.*, Vol. III) — *Pisa*, Nistri.
-

DESCRIZIONE GEOGRAFICA.

Il Monte Pisano formerebbe un prolungamento diretto, ed una ultima appendice delle Alpi Apuane, se non ne fosse nettamente separato dalla stretta valle del fiume Serchio, il quale, abbandonata la pianura di Lucca, svolta dalla medesima verso il mare Tirreno, che a breve distanza raggiunge.

Il monte è situato fra il mare sopradetto e l'Apennino, non molto lungi dall'incominciamento della parte peninsulare d'Italia, quasi con direzione da N.O. verso S.E., e si erge immediatamente, senza intermezzo di bassi colli, sulla pianura, confinato a ponente dal fiume Serchio, a settentrione ed a levante dalla pianura di Lucca e dal lago di Bientina, a mezzogiorno dal fiume Arno e dal piano di Pisa. La massima lunghezza dal colle a sinistra di Cerasomma presso il Serchio, sino a S. Giovanni alla Vena, sull'Arno, si può valutare a circa 24 chil.; la larghezza massima da Caprona a Castelvecchio verso il padule di Bientina presso a poco a chil. 12.

La linea del crinale, che segna l'acquapendenza, si può paragonare con molta esattezza ad una lettera S; alle cui due concavità rispondono le due valli più ampie e più interne della giogaia, che si potrebbero dire di semichiusa. Alla concavità superiore, verso Lucca, risponde la vallecola del Guapparo, lunga non più di 9 chilometri fino alla sua foce nell'Ozzori; ed in quella inferiore verso Arno, è rinchiusa a valle della Zambra, formata da due rami, cioè dalla Zambra di Calci e dalla Zambra di Montemagno, che poi, riunite insieme, hanno foce nell'Arno, ad una distanza dalle sorgenti di circa 6 chilometri e mezzo la prima e di circa 5 e mezzo la seconda.

La parte più settentrionale del monte è assai più bassa e meno ampia della parte più meridionale, ed il Monte Moriglione, che ne è la cima più elevata, raggiunge appena 553 metri. Nella parte meridionale invece, la Croce dei Termini, punta più alta che nelle Carte topografiche, è designata col nome di Monte Serra, proprio di un luogo adiacente più basso, raggiunge 915 metri, ed il Monte Faeta che gli è vicino, metri 837. Il passo poco elevato di S. Giuliano, pel quale dai tempi romani in poi è sempre passata la via più corta fra Pisa e Lucca, segna chiaramente la divisione fra le due parti. Un altro passo alquanto meno alto, nella porzione settentrionale del crinale montuoso, è quello delle Mulina; ma esso non conduce propriamente da un lato all'altro, bensì mena dal piano di Pisa, alla vallecola laterale di Cerasomma che ha foce a ponente nel Serchio. Nella porzione meridionale non sono passi propriamente

detti, sebbene, attesa la non grande elevazione, non sia difficile il cammino per fare la traversata da una chinata all'altra.

Le valli ed i torrenti in generale sono di piccola importanza, come è facile dedurre dalla poca grandezza e dall'isolamento del Monte. Tutte le acque pioventi vanno nel Tirreno, raccolte da quattro emissarii, cioè dai fiumi Arno e Serchio, dal canale del Fiume Morto, e dall'emissario del padule di Bientina.

Il fiume Arno raccoglie i torrenti di Lignano e di Nocè, le Zambre di Calci e di Montemagno, ed i torrentelli intermedi posti nel lato di mezzogiorno. Gli altri torrenti posti dalla stessa parte, come quelli di Agnano, di Asciano e di S. Giuliano dopo essersi arrestati a formare in parte degli stagni e delle paludi, sono immessi in varii fossi e condotti poi al mare dal Fiume Morto. Da questa medesima parte, le acque dei dintorni delle Mulina e di Pugnano e di Caldaccoli affluiscono nell'Arno, per mezzo del Fosso macinante derivato dal Serchio presso Ripafratta, il quale, mediante ponti e passaggi, traversa tutti i fossi più bassi intermedi. Il Serchio riceve direttamente il Rio di Cerasomma e gli altri fossetti posti a ponente, come pure, per mezzo del fosso dell'Ozzori, vi sono condotti il Guapparo, il torrentello di Pozzuolo, ed altri che si trovano nel lato settentrionale. Il Rio del Borgo, colla Visona di Compito e quella di S. Ponziano, coi torrenti delle valli di Valigati, di Buti, di Vico Pisano, e cogli altri del lato occidentale, comunicano nei tempi di magra coll'Arno, altrimenti coll'emissario del padule di Bientina, per mezzo del quale sono condotti al mare, passando sotto Arno mediante la botte della Madonna dell'acqua.

Il piccolo declivio della pianura e la prossimità del mare hanno costretto gli uomini a trovare degli sfoghi artificiali alla maggior parte delle acque derivanti dal Monte Pisano, per non interrompere gli argini ai fiumi Arno e Serchio, e per dare a quelle acque uno sfogo più sicuro, che non avrebbero se corressero direttamente, ai fiumi predetti; perciò l'idrografia di quella regione è piuttosto complicata.

Il clima, dalla parte di mezzogiorno è sempre assai dolce e relativamente asciutto; però la barriera formata dalle alture, sebbene poco elevate, poste di traverso ai venti umidi del sud, congiunta alla maggiore distanza dentro terra, rende la regione situata a ponente ed a settentrione alquanto maggiormente piovosa di quell'altra che è verso il mare. Per converso, il piano di Pisa, a mezzogiorno, rimane per causa di quelle alture, parato dal vento e dai freddi di tramontana. Qualche anno la neve non comparisce nemmeno sulle cime; più spesso, vi cade al più tre o quattro volte; ma specialmente dal lato del mare, verso Pisa, non si trattiene se non due giorni o tre per ogni volta.

Le acque, attesa la natura dei terreni, per lo più non calcariferi, sono purissime; e le città di Pisa e di Lucca le quali per mezzo di lunghi acquedotti se ne provvedono nelle due chinate opposte del monte, godono delle migliori acque potabili d'Italia.

La vegetazione ricopre tutte le cime, e nella porzione più settentrionale meno elevata, quasi tutto il terreno è ridotto a domesticato con vigne ed ulivi, come nella parte più bassa del Monte rimanente. Il castagno, o il pino, o il leccio, rivestono quella parte che non è coltivata. La flora e la fauna hanno il carattere medesimo che nell'Apennino e nelle Alpi Apuane circostanti, salvo che vi compariscono e vi hanno il loro limite

più settentrionale talune delle specie estese nel mezzogiorno d'Italia, mentre poi alla loro volta vi terminano alcune delle specie settentrionali.

Il basso del Monte è coperto di numerosi e grossi villaggi; la parte elevata, specialmente nella porzione più meridionale, a cagione dei dirupamenti e dei ripidi pendii, è occupata da poche case.

Pe' rapporti di governo, vi si estendono le provincie di Pisa e di Lucca, e vi hanno parte maggiore o minore del loro territorio, i comuni di S.Giuliano, di Calci, di Vico Pisano e di Buti nella Provincia di Pisa, ed i comuni di Lucca e di Capannori nella Provincia di Lucca.

DESCRIZIONE GEOLOGICA.

CAPO I. — TERRENI TRIASSICI.

(Fig. 1, 2, 3, 4, 5).¹

La parte maggiore del Monte Pisano, è costituita da rocce argillose ed arenacee più o meno alterate, le quali formano una cupola estesa interrotta nel lato orientale, al cui vertice, presso a poco, rispondono le cime più alte dilungate con elevazione quasi costante fra il Monte Faeta e la Verruca. A mala pena un piccolo lembo di quelle rocce comparisce al di sotto dei calcari sulla cima del colle di San Giuliano, lungo la strada carreggiabile. Le valli di Buti e di Compito segnano più specialmente la via pella quale si può giungere alla parte più interna della cupola, e per conseguenza agli strati più antichi.

Si è detto che questi strati, per quanto si può osservare, non si compongono di elementi calcarei; ma esclusivamente di schisti e di arenarie alterate, fra loro alternanti, ora in tenui sedimenti ed ora in ampi banchi. Manifestamente in origine furono argille e sabbie che il lungo decorso del tempo ha profondamente trasformate, talchè ne derivarono delle quarziti e delle filladi. Le filladi sono di solito facilmente sfaldabili in lamine od in lastre di varia sottigliezza e di varia regolarità, lucenti, specialmente ove sono più cristalline, di colore rossastro, grigio-scuro, o verdognolo, talora grigio-chiare, ed argentine, forse, per uno sviluppo di elementi micacei o talcosi, ricche di nodi di quarzo. Le quarziti sono quasi unicamente costituite di silice, granulose, bianche, cenerine o nericcie, di natura uniforme, ma spessissimo picchiettate da punteggiature di un minerale argentino, il quale fu sempre ritenuto per talco, sicchè la roccia quarzosa era detta talcoschisto, anzi steaschisto; però a quanto pare dai caratteri mineralogici, si tratta di una mica, o Damourite con soda, o più probabilmente Pregrattite con potassa, e la roccia che la contiene è quindi un mica-schisto.

Un'altra roccia assai importante, anche per gli usi industriali, è una puddinga a cemento siliceo con elementi, in generale, non più grossi di un'avellana. Sono ciottoli di quarzo bianco, o roseo, venato talvolta di oligisto o di ripidolite, e di schisti violacei o grigi; il cemento è lucente, d'aspetto micaceo, formato dalla stessa materia pregrattitica che sta nelle quarziti e negli schisti adiacenti; quando la superficie rimanga

¹ Vedi la Tavola annessa.

spogliata dal cemento, resta palese la natura ghiaiosa e l'aspetto ruzzolato dei frammenti rinchiusi: è quindi chiaro che si tratta di una pietra formata con materie avventiccie, strappate da rocce preesistenti. Essa è conosciuta col nome speciale di *anagenite del Verrucano*, si estende nel poggio che separa la valle d'Agnano da quella di Calci, e negli altri poggi fra le valli di Calci e di Vico Pisano, e viene scavata nei dintorni di Calci e sotto la Verruca, come utilissima pietra da macine.

Alcune quarziti vengono scavate per farne stipiti, frontoni e simili cose, p. e. presso Nicosia nel Monte della Verruca, e nelle vallecole di Calci. Presso Lugnano poi si servono della materia risultante dalla decomposizione degli schisti talcosi per fabbricare mattoni refrattarii.

Oltre ai soliti cristalli di Pirite spersi nella massa, gli strati ora esaminati contengono qua e là, p. e. presso S. Giuliano Alto ed ai Bagni della Duchessa, dei filoncelli, larghi qualche palmo, di Baritina pellucida, compatta;¹ in qualche luogo, p. e. presso l'antica Dogana della Torretta non lungi da Asciano, vi sono dei rari cristallini neri, incrociati, di Staurotide, ed a S. Giuliano Alto, entro alcune piccole cavità, furono trovati dei minuti ma nitidi cristalli azzurrognoli di Celestina.² Il Quarzo, menzionato anche dal CESALPINO,³ forma dei filoni regolari con bei cristalli,⁴ o dei nodi e delle masse sparse entro la roccia. Il TARGIONI narra che nel secolo scorso, a' tempi suoi, i paesani ricercavano i cristalli di monte della Verruca, e li vendevano poi a Livorno, donde erano inviati a Genova a brillantare.⁵ Il Quarzo è accompagnato quasi sempre da Oligisto micaceo e lamellare splendente, particolarmente nel Monte della Verruca e nel Monte Faeta, non mai però in quantità tale da meritare scavazione;⁶ insieme con esso sta la Ripidolite, cristallizzata a ventaglio, di colore verdognolo, lucente, o compatta, ricca di ferro, per cui si approssima alla varietà detta Afrosiderite.

Eccone un'analisi del GHERARDI riportata dal D'ACHIARDI:⁷

H ² O	. . . . .	7.8
Mg O	. . . . .	1.8
Ca O	. . . . .	3.0
Mn O	. . . . .	0.2
Fe O	. . . . .	50.4
[Al ²] ^{vi} O ³	. . . . .	9.6
Si O ²	. . . . .	27.0
		99.8

Qualche volta, p. e. presso Cucigliana ed a Buti, si trova un minerale nero compatto, in noduli, che altrove nelle Alpi Apuane sembra stare a contatto dei filoni ferrei; la

¹ A. D'ACHIARDI, *Mineralogia della Toscana*, V. I, pag. 209.

² A. D'ACHIARDI, *idem* V. I, pag. 212-213.

³ A. CAESALPINO, *De Metallicis*, pag. 99.

⁴ A. D'ACHIARDI, l. c. V. I, pag. 71.

⁵ TARGIONI, *Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, T. I, pag. 257.

⁶ A. D'ACHIARDI, l. c. V. I, pag. 122-123.

⁷ A. D'ACHIARDI, l. c. V. II, pag. 229.

sua composizione è incerta, ma è prevalentemente un silicato di ferro e d'allumina come risulta dalle tre analisi seguenti dello STAGI:¹

	I.	II.	III.
Na ² O	2.1	2.7	2.2
Ca O	5.7	5.5	5.9
Mg O	4.8	4.8	4.9
[Al ²] ^{VI} O ³	26.0	26.2	25.8
[Fe ²] ^{VI} O ³	14.7	14.5	14.7
Si O ²	46.5	46.1	46.3
	99.8	99.8	99.8

Nelle rocce ora esaminate non reggerebbe una distinzione di serie successive, fondata sulla diversa natura litologica, quale era addotta dal CAPELLINI nelle rocce del Golfo della Spezia, o proposta dal COCCHI per le altre corrispondenti dell'Italia centrale. Anche per le Alpi Apuane² (1875) dedussi già da una numerosa serie di spaccati, come non corrisponda al fatto la distinzione delle rocce che vi si trovano, simili a quelle del Monte Pisano, in quarziti superiori, anageniti mediane, ed ardesie inferiori. Del resto, scelto uno spaccato qualunque, lungo una linea retta perpendicolare alla direzione degli strati, esaminatavi la successione e l'altezza di questi e l'ordine preciso delle loro alternanze, andrebbe lungi dal vero chi volesse trovare eguali circostanze in altri spaccati; poichè da un luogo ad un altro, in un medesimo piano geologico, varia la natura delle rocce, e gli strati si connettono e si intrecciano gli uni cogli altri, non a guisa di tavole continue, ma come grosse lenti, le une alle altre sovrapposte. Questo accade in tutti i terreni, e quelli del Monte Pisano non fanno eccezione. Però le puddinghe od anageniti si trovano, a quanto pare, esclusivamente nella parte superiore degli strati; al di sotto di loro, come si è già detto, le quarziti e gli schisti con elementi più o meno micacei, e con vario colore, alternano a più riprese. La stratificazione di tutti i banchi è sempre concordante, nè vi sono contorsioni straordinarie, se non che talora, nella parte superiore, p. e. nel poggio di Asciano, e nel poggio fra le valli di Agnano e di Calci, gli strati che sono a contatto coi sovrapposti calcari, come di frequente avviene anche altrove, subiscono degli scontrimenti maggiori, ed una parziale inversione, per la quale sembra quasi che si vadano a sovrapporre ai calcari medesimi (fig. 5). Lo stesso fatto si combina sul colle di S. Giuliano Alto, ed anzi il PUGGAARD (1860) credette che il calcare emergesse colà dal di sotto degli schisti antichi.

Fossili in queste rocce non ne sono stati trovati, fuori di alcune tracce sulle superfici degli schisti, riferite qualche volta ad impronte fisiologiche o di onde. Una rozza impronta di ortoceratite, che fu citata dubbiamente nello schisto lucente di Asciano è troppo incerta per poterne trarre alcun criterio riguardo alla determinazione dell'epoca geologica. Il Savi da prima comprendeva questi terreni con tutti gli altri della

¹ A. D'ACHIARDI, l. c. V. II, pag. 248.

² C. DE STEFANI, *Considerazioni stratigrafiche sopra le rocce più antiche delle Alpi Apuane e del Monte Pisano*, p. 45.

Toscana non più recenti del miocene, col nome generale di *Macigno*, e li considerava come primari (1830). Di poi trovati dei fossili nel calcare di San Giuliano, essi furono riguardati dal citato geologo come semplici trasformazioni di terreni secondari; ebbero il nome speciale di *Verrucano* (1832), esteso poi da altri geologi, anche fuori d'Italia a terreni diversi, e vennero attribuiti per qualche tempo ad epoca più recente che non la carbonifera (1837); anzi, almeno nella porzione superiore, al lias, insieme coi calcari sovrastanti (1843), e più propriamente al lias inferiore (1846) secondo il COQUAND. Il PILLA però riferiva quegli schisti alle epoche comprese fra il trias ed il siluriano (1845). Poco più tardi, il SAVI, accettando il modo di vedere del PARETO intorno al *Verrucano*, propendeva a ritenerlo triassico (1847), fino a che, dopo il ritrovamento e lo studio fatto dal MENEGHINI dei fossili di Jano, tutti questi terreni furono ritenuti per carboniferi (1851). Però, dopo nuove considerazioni e nuove scoperte di fossili nei *Grezzoni* delle Alpi Apuane, fossili studiati pure dal MENEGHINI, io tornavo all'opinione che almeno la parte superiore degli schisti detti del *Verrucano*, fosse triassica (1875); la qual cosa non esclude, trattandosi di rocce senza fossili, che la loro porzione più profonda, nel Monte Pisano, possa esser d'epoca più antica. Il COQUAND però ritiene pur sempre, che queste rocce, insieme coi marmi in esse racchiusi, sieno interamente carbonifere (1876).¹

Per l'insieme dei caratteri litologici, le rocce del Monte Pisano rispondono alla zona superiore degli schisti cristallini delle Alpi Apuane che formano un tutto inseparabile colla formazione marmorea, ed agli schisti antichi della Spezia e di altri luoghi della Toscana. Qualche analogia colle puddinghe della Verruca, si trova nelle anageniti quarzose della Montagnola Senese, nelle puddinghe di Strettoia (Alpi Apuane, comune di Serravezza) e nei conglomerati calcarei e silicei del promontorio orientale della Spezia, e del Monte della Brugiana presso Massa di Carrara. Nella elissoide centrale della Alpi Apuane, e nelle ondulazioni esteriori di Val di Castello, del Forno, e del Lombricese, nel Camajorese, all'Elba, ed in altre isole dell'Arcipelago Toscano come nella Maremma Senese, Pisana e Grossetana, si trovano pure filladi e rocce damouritiche o pregrattitiche analoghe a queste del Monte Pisano. Si accorda pure dovunque la posizione stratigrafica, sottostante alle rocce infraliassiche. I calcari marmorei ed ordinari, i quali formano parte integrante di questa zona schistosa, contengono nella loro parte inferiore quei fossili che furono riconosciuti dal MENEGHINI di apparenza triassica, la cui presenza supplisce alla mancanza che ne hanno gli schisti adiacenti. Si è perciò che ho concluso doversi riferire tutti questi terreni, anche quelli schistosi del Monte Pisano, al trias.² È vero bensì che negli strati più profondi di schisto, sottostanti ai calcari infraliassici di Jano, nella Provincia di Pisa, furono trovati dei fossili numerosi, appartenenti in modo evidente alla zona superiore dell'epoca carbonifera;³ ma questo fatto non può distruggere le conclusioni

¹ H. C. COQUAND, *Hist. des terrains strat. de l'Italie cent. Deuxième partie* (Bull. Soc. geol. France) S. 3, T. IV, pag. 126.

² *Cons. strat. s. le rocce delle Alpi Ap. e del M. Pisano*, pag. 48. — *Dell'epoca geologica dei marmi dell'Italia centrale*, pag. 12

³ PAOLO SAVI e GIUSEPPE MENEGHINI, *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana*. — G. MENEGHINI, *Nuovi fossili toscani*.

dedotte di sopra, dappoichè è ben certa la variabilità grande della zona delle rocce da un luogo all'altro, e gli schisti profondi, carboniferi, di Jano possono corrispondere verisimilmente agli schisti cristallini ed alle epidiositi superiori della Corsica, agli schisti cristallini centrali delle Alpi Apuane e di altre località, mentre gli schisti sovrastanti della stessa località di Jano corrisponderanno agli schisti ed ai calcari triassici del rimanente dell'Italia centrale, sebbene non raggiungano quell'altezza massima che acquistano in qualche altro luogo.

Ho già accennato di sopra, in modo generale, quali rocce corrispondano al così detto verrucano del Monte di Pisa nel rimanente dell'Italia centrale, ed ora ne parlerò alquanto più distesamente. Probabilmente si deve collocare allo stesso livello geologico una parte degli schisti alterati che stanno sotto ai calcari che furono ritenuti giuresi dal PARETO e dal SISMONDA, nelle Alpi Marittime. Vi rispondono poi gli schisti cristallini ed il calcare saccaroide del Capo Corvo presso la Spezia, ne' quali il CAPELLINI ritenne si potessero distinguere il trias, il permiano ed il siluriano; ma che io reputo equivalenti appena alla parte superiore della zona triassica delle Alpi Apuane e d'altrove. Nell'Apennino settentrionale talvolta furono citati anche gli schisti cristallini dello Spedalaccio nell'Alpe di Camporaghena presso Sassalbo (Circ. di Lunigiana) che il SAVI e l'HOFFMANN¹ considerarono come appartenenti ad antica epoca, mentre però il COCCHI li riguarda come prodotti della trasformazione di rocce assai più recenti, cioè degli schisti galestrini della Creta superiore come egli dice.²

Nelle Alpi Apuane, le rocce analoghe sono assai estese; infatti gli schisti e le arenarie più o meno cristalline, ed i calcari saccaroidi, si estendono tutto all'intorno dell'elissoide centrale, e nelle ondulazioni laterali di Monte Arsiccio e della Valle di Castello³ come pure compaiono in ristrettissimi lembi, in mezzo ai calcari sovrapposti, nel fondo del torrente Lombricese sotto Casoli, nella parte superiore della Torrite Cava sotto il Monte della Porta, e nella parte superiore della Petroschiana, al Forno, dove sono miniere discretamente abbondanti di ferro magnetico. Nelle stesse Alpi Apuane poi compaiono alla foce della Valle di Camajore. Formano una parte dell'Isola Gorgona⁴ e di Montecristo, la parte occidentale dell'Isola del Giglio,⁵ ed una gran parte dell'Isola d'Elba, dove il COCCHI,⁶ fondandosi sopra semplici diversità litologiche, ha creduto poter distinguere gli orizzonti del trias inferiore, del permiano, del carbonifero, del devoniano e del laurenziano. In terraferma costituiscono una porzione superiore alle rocce carbonifere nel Monte di Jano (Circ. di Volterra), il nucleo della Montagnola Senese (Prov. di Siena), dove compariscono a Cetinale, nel torrente Rosia e con maggiore estensione a Brenna, una buona parte dei poggi di Boccheggiano, di

¹ F. HOFFMANN, *Geognostische Beobachtungen gesammelt aus einer Reise durch Italien und Sicilien*, pag. 276, 277.

² I. COCCHI, *Sulla Geologia dell'alta Valle di Mugra*, pag. 9.

³ C. DE STEFANI, *Cons. strat. sopra le rocce, ecc.*, pag. 11-51.

⁴ L. PARETO, *Sulla costituzione geognostica della Capraia e delle Gorgona* (Atti del Congresso di Firenze), 1841.

⁵ L. PARETO, *Sulla costituzione geologica dell'isola di Pianosa, Giglio, Giannutri, Monte Cristo e Formiche di Grosseto* (Annali delle Università Toscane), Pisa, 1846.

⁶ I. COCCHI, *Descrizione geologica dell'isola d'Elba*, Firenze, 1871.

Serrabottini, del Monte Orsaio, di Batignano, della Bella Marsilia, di Capalbio, di Capalbiaccio e del Monte Argentario (Prov. di Grosseto). Più a mezzogiorno appaiono dei lembi di queste medesime rocce, per quanto pare, nei Monti Calabresi e nei Monti Peloritani; ma nulla di ben certo si può stabilire su ciò, bastando l'affermare la stretta analogia delle formazioni di quei monti con queste del Monte Pisano e della Toscana. Per ora poi è ancor più difficile stabilire una corrispondenza di queste rocce con altre dell'Italia settentrionale. Nelle maggiori isole adiacenti di Corsica e di Sardegna, esse pure sembrano esistere, ma presentemente rimangono confuse colle altre più antiche.

CAPO II. — TERRENI INFRALIASSICI.

(Fig. 1, 2, 3, 4, 5).

I terreni dei quali ora passo a parlare, sono quasi esclusivamente calcarei, alternandovi a mala pena, qua e là, alcuni straterelli, o piuttosto velature di schisto. Essi formano un manto continuo sopra gli schisti triassici dal lato di ponente, e dei lembi isolati nel fianco di S.O., al Castellare, al Monte Bianco e ad Uliveto, ad Agnano, ad Asciano, ed ai Bagni della Duchessa.

Le velature schistose sono grigio-cupe, rossastre, o fulve, o cenerine, argillose, poco alterate. I calcari sono quasi neri, o cerulei, più o meno scuri, uniformi, o venati di giallo o di bianco da filaretti talora dolomitici; compatti, e talora in banchi ben distinti; più spesso alterati, cioè dolomitici, cavernosi e frammentari. Taluni banchi di colore ceruleo cupissimo, uniformi e compatti, qua e là con vene di calcite nera o giallastra, ai Bagni della Duchessa, forniscono un bel marmo nero, non dissimile dal portoro, che qualche volta viene scavato. In generale, quando il calcare non contiene materie argillose, è adattatissimo pei lavori decorativi all'aperto. Ecco due analisi dei calcari di Caprona e di Asciano, del non mai bastantemente compianto FRANCESCO STAGI.¹

	<i>Caprona</i>	<i>Asciano</i>
Anidride carbonica.	43,350	41,920
Anidride solforica	0,012	0,009
Calce	53,200	51,092
Magnesia	1,428	1,040
Ossido ferroso	0,162	0,224
Ossido ferrico	0,320	0,300
Idrogeno solforato	<i>tracce</i>	<i>tracce</i>
Acqua	0,986	1,930
Sostanze bituminose	0,509	0,405
Perdita	0,033	3,080
	<hr/>	<hr/>
	100,000	100,000

¹ FRANCESCO STAGI, *Ricerche chimiche sui calcari dei Monti Pisani* (Atti Soc. Tosc. di scienz. nat.), pag. 72.

Come si vede, l'analisi ha svelata una sostanza di natura organica dalla quale deriva la colorazione cerulea del calcare; in generale si può dire che una colorazione consimile in tutti i calcari, e nelle argille più o meno schistose, la quale una volta si riteneva provenisse da ossidi di manganese o da altre sostanze minerali, derivi invece quasi sempre da carburi d'origine organica. Nella massa del calcare grigio suddetto, ho trovato dei filari a mo' di dica, di calcare molto cristallino, friabile, ceruleo chiaro, eguale al marmo bardiglio di Campiglia ed assai fetido; questi filari sono distinti per mezzo di confini bene esatti, ma curvi ed irregolari, dal calcare ordinario, del quale sembra rinchiudano qualche frammento non alterato.

Si verifica così in piccolo quel fenomeno grandioso che ha resi cristallini per gran parte i calcari di un'epoca analoga nel Campigliese. Esso si manifesta poi più esteso e colle medesime apparenze, nella vallecola della Torretta sulla china del Monte delle Fate che volge ad Asciano. Il calcare ivi è trasformato in bardiglio ceruleo ed anche in marmo bianco, e perde le tracce dei fossili. Altra trasformazione della stessa roccia, pure alla Torretta, è il calcare dolomitico, grigio-cupo, o bianco, alquanto cristallino, nel quale rimasero diffusi ed abbondanti i fossili. Non tutta la massa circostante però è alterata; ma qua e là si conserva il calcare compatto, quasi nero; anzi taluno, nella pendice sinistra della vallecola, tentò di aprire una cava. Ma la trasformazione più frequente del calcare, è quella per cui esso diviene cavernoso o carniolico. Spessissimo lo si vede, in apparenza compatto ed uniforme; ma sulla superficie esposta alle intemperie si palesa la sua natura non omogenea, essendo quella tutta rilevata di linee reticolate, irregolari, prominenti; altrevolte, p. e. alla Croce d'Agnano, è alquanto ceroido, compatto, di color chiaro, con pezze irregolari, angolose, nelle quali è rimasto il calcare più scuro e talora anche fossilifero, ovvero forato e cariato: colle carie separate spesso da sottili pareti angolose e fitte, occupate da uno scheletro che ne riproduce la forma, ma non le riempie tutte, composto di una polvere dolomitica la quale compressa fra le dita facilmente si sfarina; ovvero vuote del tutto, o colle pareti tappezzate da concrezioni calcaree o da piccoli cristalli di calcite limpidissima. Tanto il calcare cupo compatto, quanto quello cavernoso, sono fetidi, come è facile persuadersi, percuotendoli. Qua e là, in masse od a guisa di dica, fra i calcari non alterati si trova una pasta calcarea rossa o gialliccia, ricca d'ossido di ferro, contenente in modo irregolare e variabile frammenti del calcare compatto cupo con fossili ancora visibili, ed anco, specialmente nelle parti inferiori, grani di quarzo e frammenti di filladi verdi, rossastre, o violacee, analoghe a quelle che formano gli strati triasici sottostanti. Questa roccia peculiare è la così detta *Cargneule*: anco in essa a volte spariscono i frammenti calcarei compatti e rimane lo scheletro dolomitico, ed una caria vuota, talchè si ha una *Cargneule* cavernosa.

Al Fondo presso Agnano si trovano dei frammenti di un calcare ferruginoso a faccette spatiche, rinchiudente filoni di oligisto micaceo che evidentemente vi penetrarono prima che il calcare fosse ridotto nella condizione presente. Questa *Cargneule* terrosa, ricca d'ossido di ferro, non è fetida come gli altri calcari che hanno conservato più o meno il colore ceruleo. Qua e là nella pasta medesima, dove la superficie

è più corrosa, appaiono delle linee frequenti e fitte, le quali se sono parallele fra loro non hanno però una direzione costante, ma si torcono e si curvano rimanendo circoscritte a limiti ristretti, alternandosi ed intrecciandosi con altri sistemi di linee simili: si potrebbero paragonare alle linee che verrebbero prodotte in una pasta di colori diversi che fosse stirata e scontorta. Qualche volta, in questi calcari, come negli altri, sono dei massi di alabastro orientale, che paiono essere veri strati, e che di questi hanno la direzione e la inclinazione. Un luogo notevole per l'osservazione del calcare cavernoso è quello del passo di S. Giuliano Alto, lungo la via carreggiabile, dove il PUGGAARD,¹ sembrandogli pelle strane contorsioni dello schisto che desso fosse superiore al calcare, credette che questo emergesse dall'interno a guisa di carniola eruttiva. Il calcare ivi è formato da una pasta tufacea al solito ricca d'ossido di ferro, la quale contiene frammenti di schisto verdastro e di quarzo roseo, e massi compatti, durissimi, di calcare nero tutto cariato e vacuo; lo schisto a contatto è spesso ridotto in un piastriccio, e lo accompagna un cipollino con calcare terroso, quale di frequente si trova in piccoli banchi fra gli schisti triassici e le rocce calcaree soprastanti. Scendendo dalla cima del colle verso la vallecchia di Asciano lungo il confine tra il calcare e lo schisto, si vedono durare le solite apparenze del calcare e le forti contorsioni degli schisti, le quali sempre si mantengono unicamente negli strati che stanno ad immediato contatto col calcare e non continuano in quelli più profondi di qualche metro. Però ad un certo punto anco quelle contorsioni spariscono e torna lo schisto nella sua regolare posizione appetto ai calcari. Questa condizione di cose mostra, parmi, che i movimenti degli schisti non sono derivati da cause agenti di sotto in su, ma di sopra in giù, cioè dal calcare grigio-cupo, nell'atto che desso subiva qualche trasformazione.

Colle forme del calcare cavernoso e della carniola, sopra descritte, non bisogna confondere la roccia di certi luoghi, p. e. nel Monte Pisano, del Poggio delle cave di pietra calcare di Agnano presso le sorgenti dell'acqua acidula, la qual roccia, che si presenta bensì colle solite apparenze ed anche coll'aspetto di frammenti calcarei sciolti od agglutinati tra loro, non è però se non il risultato di una accumulazione frangosa derivata dai calcari grigi della chinata sovrastante.

Presso Agnano e ad Uliveto, sono cave di questo calcare alquanto cariato e dolomitico, antiche già di vari secoli: esso vien talora impiegato a farne calcina dolce, ma più che altro è adattato a fare le massicciate, ed a ghiaiare le strade, e come pietra di costruzione. La proprietà delle cave di Uliveto è molto divisa, e per ovviare a questo inconveniente i proprietari si uniscono tra loro in società; scelto un luogo adattato, vi fanno una mina profonda, vi danno il fuoco, in modo che tutta la parte di monte che vogliono cavare ne venga rintonata, indi partono e lasciano la mina, già scoppiata, in riposo; di là ad un giorno o due, alcuni sassi cominciano a smuoversi, e si forma una frana di tutto il terreno minato, i cui frammenti vengono poi divisi proporzionatamente fra tutti i partecipanti alla società.

¹ PUGGAARD, *Sur les calcaires des Alpes Apuennes et du Monte Pisano.*

Prima di terminare la descrizione litologica di queste rocce, converrà ricordare che negli strati inferiori del calcare grigio-cupo compatto o cavernoso ora descritto, al di sopra degli schisti, si trova in taluni luoghi, al Poggio della Lecceta nella china verso Asciano, e nel Monte di S. Giuliano presso le cave Bruguièr, qualche palmo di un calcare di colore bianco sudicio, o grigio rossastro, schistoso, compatto ed alquanto ceroidè; altrove, p. e. a S. Giuliano Alto, ed alla Croce d'Agnano, è un cipollino terroso con straterelli di schisto bianco lucente. La tenuità e la pochezza di questi sedimenti, che spesso ed in varii piani geologici si trovano anche altrove, fa sì che non si possano i medesimi disgiungere dalla massa dei calcari sovrastanti, ma per amore di minuziosa esattezza ne abbiamo fatto parola.

I minerali rinchiusi nelle rocce descritte, sono, oltre la Calcite e la Dolomite, in vene, come di solito il Quarzo, che in cristallini completi, affumicati, si trova nel calcare dolomitico della Torretta.

Gli strati del calcare, pella natura loro particolare, non sono sottili come quelli degli schisti, ma sempre più grossi ed alti; quando il calcare è divenuto cavernoso sono piuttosto turbati; ma nelle circostanze ordinarie non sono difficili a riconoscersi, anco quando intervengano delle fessure e dei piani di restringimento, dalla direzione delle particelle schistose, dalla diversa colorazione dei banchi, dalla stessa direzione di questi, e dal *verso* secondo il quale suole spaccarsi più facilmente la roccia, ancor quando sia delle più compatte. La direzione e la inclinazione degli strati calcarei è coerente con quella degli schisti, ma, come di solito, il calcare non subisce mai le contorsioni cui va sì di frequente soggetta la roccia schistosa. Vi fa ostacolo la natura più rigida e meno plastica delle masse del carbonato di calce che facilmente si piega in curve lunghe e di ampio raggio, resistendo alle contorsioni fitte e ripetute. Qualche volta, a cagione di questa differenza di plasticità, avviene che negli strati schistosi immediatamente sottostanti al calcare si verificano delle strane ripiegature, le quali, non riproducendosi nella roccia al disopra, potrebbero far supporre una originaria discordanza di stratificazione che in realtà non esiste. Altre volte, quando si hanno degli strati schistosi che alternano con degli strati pur tenui di calcare, come nei cipollini, questi in certa guisa proteggono quelli e fan sì che l'insieme della roccia non si turbi, quanto sarebbe accaduto se il calcare fosse mancato.

I fossili nei calcari descritti sono abbondantissimi e, quasi di regola, tanto fitti, in colonie di una specie sola o di più specie, da formare una compatta lumachella. Con questo aspetto li ho trovati da per tutto, al Castellare, a Caprona, ai Mulini sulla sinistra della valle d'Agnano, alla Croce d'Agnano, alla Croce d'Asciano, ai Bagni della Duchessa, alla Torretta, nella valle di S. Maria del Giudice ecc. Uno dei pochi luoghi dove non li ho trovati, è in quel piccolo tratto che forma il Monte delle Fate sulla destra della vallecòla dei Bagni della Duchessa. Di questi fossili hanno già detto qualche cosa il SAVI ed il MENEGHINI (1851), ed il CAPELLINI,¹ vedendo quelli di Caprona, li giudicò probabilmente infraliasici. Sono *Aviculae*, *Terebratulae*, *Cerithii*,

¹ G. CAPELLINI, *Studi stratigrafici e paleontologici sull'Infralias nelle montagne del Golfo della Spezia*, p. 68-69.

e numerose specie di altri generi, tutte di piccole dimensioni, che non furono per anco studiate con cura, nè per gran parte potrebbero essere esattamente determinate, atteso il non buono stato di conservazione, la compattezza della roccia, e la fittezza loro. Però rimane evidente l'analogia colle lumachelle delle Alpi Apuane e dei promontorii della Spezia, riconosciute omai come infraliassiche. Tutti quanti gli altri caratteri litologici, mineralogici e stratigrafici, concorrono a mostrare che i terreni descritti nel presente capitolo appartengono all'Infralias. Non ho trovato però nel Monte Pisano la zona degli schisti a *Bactrilli*, sebbene, come ho indicato, non manchino schisti di aspetto litologico analogo.

Questi calcari da prima ritenuti insieme con tutti gli altri più o meno metamorfici, come eruttivi, dopo che furono trovati de' fossili nel calcare di S. Giuliano, vennero dal SAVI considerati quali trasformazioni di rocce originariamente sedimentarie, e la loro formazione fu detta del *Calcare compatto e litografico* (1832), riguardata poi come appartenente al cosiddetto *lias apenninico* (1837) e più propriamente al *lias inferiore* (1846). Qualche anno dopo (1851), il SAVI ed il MENEGHINI, previo un esame generale dei fossili, ponevano il nostro calcare nel trias, seguendo il COQUAND che aveva prima attribuito a quell'epoca (1846)¹ l'analogo calcare del Monte Argentaro. Ma intanto il CAPELLINI, accuratamente studiando i fossili del medesimo calcare grigio-cupo alla Spezia, scopriva che dessi erano infraliassici (1862); ond'io, riprendendo lo studio dei terreni antichi del Monte Pisano (1875), fin d'allora manifestavo quella conclusione che ora ho di nuovo esposta, e che il CAPELLINI aveva preveduta, che cioè i calcari grigio-cupi descritti fossero infraliassici pur essi.

In modo diverso dei calcari compatti furono considerati i calcari cavernosi e carniolici, le cui apparenze sono state di sopra ampiamente descritte. È noto, come vi fosse un'epoca, nella quale, prevalendo le teoriche Huttoniane, i calcari cristallini o dolomitici e quegli altri detti poi metamorfici erano riguardati come eruttivi, cioè emersi in forma molle e fangosa dall'interno della terra.² Il ritrovamento di fossili fece modificare questo modo di vedere e fece riconoscere per sedimentarii tutti i calcari. Una eccezione però era fatta nello scritto del SAVI e del MENEGHINI (1851)³ per le carniole e pei calcari cavernosi, ai quali, per la loro peculiare apparenza, per non esservi rinvenuti dei fossili, e per trovarsi in vari piani geologici ed in situazioni disparate relativamente alle rocce schistose che li circondano, erano considerati tuttavia come eruttivi. Nel Monte Pisano, i geologi citati indicavano dighe di calcare cavernoso o di carniola, al Paradisino, alle Mulina di Quosa, ed alla estremità meridionale del Monte medesimo, cioè ad Uliveto ed al Castellare. Il PUGGAARD⁴ riconosceva similmente un calcare cavernoso che a parer suo emergeva di sotto

¹ COQUAND, *Notice sur un gisement de gypse au promontoire Argentaro en Toscane* (Bull. de la Soc. géologique de France, S. 2. Tom. III, Paris, 1846).

² C. DE STEFANI, *Un brano di Storia della geologia toscana*, (Boll. R. Com. Geol. 1875. N. 5 e 6).

³ *Cons. Geol. Tosc.*

⁴ *Calc. plut. Alpes Ap.*

agli schisti, nel colle di S. Giuliano Alto, come nelle Alpi Apuane aveva attribuito a roccia della stessa natura il calcare marmoreo della Cappella. L'ARCANGELI invece (1868)¹ riguardava questi calcari come trasformazioni del calcare grigio-cupo o del calcare ceroidale, rocce originariamente sedimentarie, le quali si trovavano inalterate nella continuazione degli strati cavernosi o carniolici. D'altro canto, studiando delle regioni limitrofe, il COQUAND (1846), seguito dal CAPELLINI (1862) e dal COCCHI (1864), riponevano que' calcari speciali nell'epoca triassica, ritenendoli come semplice roccia sedimentare. Io invece, dopo d'essere stato del parere del SAVI e del MENEGHINI a proposito del calcare cavernoso dei colli di Pietrasanta nelle Alpi Apuane,² riteneva (1875) poi,³ quel medesimo calcare una semplice trasformazione di calcari sedimentarii di varie epoche, specialmente dell'epoca infraliassica, che perciò non poteva essere riguardata come terreno facente parte del trias. Ed ora, confermando le cose ed i fatti già esposti nell'antecedente mio scritto, esaminerò alquanto più diffusamente la formazione degli indicati fenomeni, e le opinioni relative, riguardo soltanto al Monte Pisano: escludo però i calcari del Paradisino e delle Mulina di Quosa, accennati dal SAVI e dal MENEGHINI, come quelli che non appartengono alla serie infraliassica la quale forma soggetto del nostro esame nel presente capitolo, ed ai quali del resto, oltre le cose che ne dirò più tardi, si applicano tutte quelle di cui ora parleremo. Parimente non intendo occuparmi di quei calcari vacui e cariati, che sono formati superficialmente, per es., alle cave all'acqua acidula d'Agnano, ed in altri luoghi, per effetto di frane e per l'agglutinarsi di frammenti recenti, sebbene anche a questi si potranno attribuire le conclusioni che verranno tratte.

Non occorrerà grande fatica, stando alle odierne cognizioni scientifiche di mineralogia e di chimica, ad escludere che le rocce di cui si parla, costituite dai carbonati di calce e di magnesia, provenissero direttamente sotto forma molle e pastosa dall'interno della terra. Fu lo svolgimento di queste cognizioni che portò a considerare come sedimentarii i calcari cristallini e compatti prima riguardati come eruttivi, e quello svolgimento stesso richiede le conclusioni medesime anche per gli altri calcari. Del resto si è già veduto che i calcari di S. Giuliano Alto, esaminati dal PUGGAARD, e quelli dell'estremità meridionale del Monte Pisano, cioè d'Uliveto e del Castellare, citati dal SAVI e dal MENEGHINI, non rappresentano affatto dicche sorte di mezzo agli schisti, ma sono nella loro verace posizione sedimentare, trovandosi soltanto assai scontorti gli schisti sottogiacenti, a S. Giuliano Alto, come ad Asciano, ad Agnano, ed in qualche altro luogo, dove una roccia schistosa s'immerga sotto ad un'altra calcarea. Si è detto pure come que' fossili per cui i calcari cerulei-cupi da noi studiati vennero riconosciuti appartenenti all'Infralias, si trovino tanto nel calcare cavernoso, quanto negli stessi frammenti calcarei chiusi nelle masse, anche inferiori, della carniola; questi calcari perciò non si possono considerare come indipendenti da quelli infraliassici, e vien

¹ G. ARCANGELI, *Cenni sopra alcune delle principali rocce delle provincie di Pisa e Livorno.*

² C. DE STEFANI, *Note sul calcare cavernoso dei colli di Pietrasanta nelle Alpi Apuane.*

³ *Cons. strat. s. rocc. ant.*

meno eziandio il fondamento della mancanza dei fossili per cui ne' primi tempi erano riguardati quali eruttivi. Passiamo adunque ad altre ipotesi e ad altre spiegazioni.

Che questi calcari fossero sedimentati nel modo nel quale ora li vediamo, non pare si possa ritenere, per la mancanza di omogeneità negli elementi che li compongono, per la forma e per la direzione delle carie, pei nuclei che in queste sono rinchiusi, pel turbamento e per la natura dei banchi, i quali avrebbero un aspetto interamente diverso qualora fossero costituiti da travertino o da altra roccia vacuolare formatasi sulla superficie della terra.

Meglio di ogni altra cosa, il ricordo delle apparenze de' nostri calcari cavernosi e carniolici, che abbiamo sopra diffusamente descritti, ci può condurre a conoscerne la vera natura ed il modo di formazione. Si è veduto come le masse del calcare ceruleo più o meno compatto e fossilifero, in specie dove contengono materie argillose, si cominciano ad alterare, perdendo di colore, e mostrando delle pezze, a guisa di frammenti irregolari di colore scuro, chiuse in una massa più sbiadita; anche la corrosione superficiale, quando pure non vi è diversità di colore, ci mostrò qualche volta la varia natura della massa mediante la diversa resistenza all'azione delle intemperie. Que' frammenti irregolari spersi in una massa di colore diverso, o di differente natura, ricchi come la roccia circostante, di carbonato di calce e di carbonato di magnesia, infine cominciano ad essere smangiati e corrosi, diminuiscono via via di volume, tanto che spesso ne rimane il semplice scheletro terroso costituito da puro o quasi puro carbonato di magnesia, rinchiuso nelle cellette, le cui pareti sono formate dalla solita massa più resistente, che è rimasta intatta od ha subito una minor corrosione ed una minor sottrazione della materia che la costituiva. Qualche volta anche lo scheletro dolomitico è sparito, ed è rimasta la celletta vuota, od appena ricoperta, sulle pareti, di concrezioni o di cristallini di carbonato di calce. La carniola poi che forma delle borse, delle dighe, o dei tramezzi quasi di fenditura, è formata di una pasta omogenea assai diversa dal calcare circostante; benchè poi nei frammenti compatti di questo, che la medesima rinchiede, si vedano, come si è detto, gli stessi fenomeni che si verificano nelle masse compatte adiacenti, per cui si ha anche una vera carniola cavernosa. Questi fatti dimostrano come il calcare cavernoso sia unicamente, nei luoghi dove l'abbiamo studiato finora, una alterazione del calcare infraliassico compatto. Quale sia la cagione di ciò non è poi difficile dedurlo. Quelle alterazioni che si verificano anche sotto gli occhi nostri, nei massi impiegati nelle costruzioni, alla superficie della roccia, per effetto delle azioni atmosferiche, e specialmente per mezzo dell'acqua esteriore, si devono produrre all'interno, durante un tempo assai maggiore, per l'opera delle acque che vi compenetrano. Queste disciolgono i materiali più solubili, quale è appunto il carbonato di calce, lasciando intatte, od alterando meno, le parti della roccia più resistenti; asportano que' materiali, e lasciano uno scheletro della materia meno solubile, quale è il carbonato di magnesia, bianco se la massa circostante è bianca, ceruleo ed ancor colorito dai carburi d'idrogeno se la massa circostante è cerulea, e ridotto appunto a polverino tenuissimo come le particelle che prendevano parte al frammento preesistente; quello scheletro rimane nella celletta non alterata con volume diminuito di

tanto quanta fu la parte di carbonato di calce asportata. Continuando la circolazione delle acque, anche il carbonato di magnesia è portato via, e rimane la celletta vuota, o ritappezzata poi da calcite, spesso limpidissima come lo spato d'Islanda, la quale mostra così, la lentezza della formazione, e la purezza da ogni materia estranea dell'acqua che vi è filtrata pei meati circostanti. La carniola si è formata invece, a quanto pare, nelle fenditure, e là dove una quantità d'acqua maggiore forse veniva a contatto con una maggiore superficie di calcare compatto; perciò ne discioglieva la massa, e que' frammenti che ravvolgeva e circondava, senza tutti discioglierli, vi rimanevano non alterati come ora vi sono, dando poi luogo, quando la fenditura o la diga era riempita e quando nuove acque lentamente vi filtravano, alla formazione di masse cavernose e vacue come le altre.

Come si vede adunque, il fenomeno della formazione del calcare cavernoso nei casi da me accennati, è del tutto esteriore, e successivo alla formazione degli strati sedimentarii, e può essere continuo in ogni serie di tempo, anche nell'epoca presente, quando vi sia circolazione di acque, come avviene più o meno specialmente a non molta profondità dalla superficie terrestre. Non tutti i calcari vanno soggetti a questo fatto; chè invero se ne vedono di più epoche geologiche, i quali, ancorchè continuamente penetrati dalle acque ed anche esposti alla superficie terrestre, non sono alterati, ma rimangono puri e compatti. Nello stesso calcare infraliassico del Monte Pisano, dove gli strati sono più fittamente tramezzati da filari di schisto argilloso, e dove perciò è posto un ostacolo alla circolazione delle acque, come p. e. ai Bagni della Duchessa, o presso le Cave di calcina forte del Bruguiet, il calcare non è reso cavernoso: lo stesso accade dove il calcare è uniformemente puro e di struttura del tutto omogenea, come è nella valle della Torretta, dove l'opera delle acque interne non ha avuto influenza, od ha trasformato quel calcare, non in calcare cavernoso nè in carniola, ma in puro ed uniforme calcare dolomitico, od in calcare cristallino. Invece là dove il calcare non è punto omogeneo, e gli elementi che lo compongono risentono in diverso grado l'azione delle acque o di altre cagioni di trasformazioni, che non trovano ostacoli nella loro azione, allora si ha il calcare cavernoso. Questo avviene non solo pel calcare infraliassico del Monte Pisano nei luoghi sopra descritti, ma per tutti i calcari di altri luoghi e di epoche diverse, anche nel Monte Pisano, come vedremo, che abbiano per primo requisito una simile struttura non omogenea e non uniforme. Che i calcari, per così dire predisposti a tale trasformazione la subiscano più facilmente dove maggiore fu ed è la quantità delle acque che li compenetrarono, vale a dire più nelle masse superficiali, che in quelle più profonde e ricoperte da altre rocce, è cosa non difficile a dimostrarsi, sol che si guardi all'insieme dei fatti che si verificano in più località. Invero, quando la struttura della roccia lo comporti, il calcare cavernoso si manifesta particolarmente in quelle masse che, dopo sollevate, furono per più lungo tempo esposte alla superficie della terra, cioè in quelle che si trovano allo scoperto oggidì, ed in quelle altre che sono ricoperte da una roccia molto discordante da loro per differenza di epoca. Così nelle Alpi Apuane, il calcare infraliassico è divenuto cavernoso prevalentemente ed in modo quasi esclusivo, nel Camaiolese e nei fianchi a N.O. ed a S.O.

dell'elissoide centrale di Massa e di Serravezza, giacchè quivi non è ricoperto, come altrove, da alcun'altra roccia più recente, se non qua e là da rocce eoceniche; per cui si palesa il lungo lasso di tempo durante il quale quel calcare, dopo essere stato sollevato, rimase esposto alla fitta circolazione e corrosione delle acque, poco lungi dalla superficie. Un altro luogo dove si porge grandioso esempio di calcare cavernoso è nei bassi colli della Montagnola e del Monte Maggio ad occidente di Siena. Quivi pure, il calcare infraliassico, il quale nel fianco orientale non è ricoperto da altre rocce, se non che, nel basso, dalle argille plioceniche, rimase esposto da lungo tempo, all'azione delle acque superficiali, forse prima ancora di formare una bassa isoletta nei mari pliocenici, talchè ebbe luogo di essere profondamente intaccato e consumato. Ora anzi, di questa roccia non rimane quasi se non uno scheletro più o meno dolomitico, mentre il puro carbonato di calce, condotto all'esterno dalle acque, forma le grandiose masse dei circostanti travertini, o delle panchine plioceniche simili a quelle recenti del Livornese. Le materie terrose e ferruginose che furono asportate pur esse, formano poi le terre rosse non antiche o le argille rosse plioceniche. Così, sono evidenti in quel luogo i rimasugli diversi prodotti dalla scomposizione di una massa di calcare sedimentare, rappresentata ora nello stesso posto da un calcare cavernoso. Panchine o travertini simili, derivati dal discioglimento di calcari sedimentarii divenuti cavernosi, si trovano anche, come ho indicato altrove,¹ al di sopra dei calcari cavernosi delle Alpi Apuane in più luoghi, dove in varie epoche si formarono. Nel Monte Pisano il fenomeno dura tuttavia, e durerà, come è facile arguirlo da tutte le polle, ricche di acido carbonico che si sviluppa in abbondanti e continue gallozzole, e di carbonato di calce, le quali sorgono immediatamente al piede meridionale del Monte, lungo le linee di stacco fra la pianura ed i calcari che vi si sprofondano.

Rocce corrispondenti a queste infraliassiche del Monte Pisano, sono i calcari grigiocupi, compatti, cavernosi, dei due promontorii della Spezia, e gli altri calcari simili che si trovano tutto all'ingiro della elissoide massese e versiliese, come nell'elissoide di Camaiore e delle Avane nelle Alpi Apuane, e così pure, secondo gli studii del COCCHI, quelli dell'Elba.² In questi calcari sono stati trovati dei fossili che ne confermano l'epoca. Certamente poi vi corrispondono moltissime altre masse dell'Italia peninsulare e delle Alpi marittime, non ancor ben distinte dalle masse dei calcari sovrastanti del lias inferiore cui molto rassomigliano. Simili rocce, probabilmente, di prevalenza infraliassiche, ma non ancora bene studiate, si trovano a Jano, e secondo il COCCHI a Camporbiano (Prov. di Firenze), a Campiglia (Prov. di Pisa), dove il COQUAND le ritiene tuttora carbonifere,³ a Cetona, a Radi, nel Monte Maggio e nella Montagnola (Provincia di Siena), nei Monti di Prata, nella Cornata di Gerfalco, a Serrabottini, nel Monte Argentaro, alla Bella Marsiglia, a Capalbio, a Capalbiaccio, ad Ansedonia, a Gavorrano, a Monte Orsaio e a Monte Pescali, e forse a Casal di Pari (Prov. di

¹ *Cons. stratigrafiche ecc.*, pag. 72.

² I. COCCHI, *Descrizione geologica dell'isola d'Elba*, parte II, capo I, § 2.

³ COQUAND, *Hist. ter. strat. Ital.*, II Partie.

Grosseto); finalmente nelle isole di Gorgona, del Giglio, di Giannutri, e alle Formiche di Grosseto. Secondo il SEGUENZA poi, debbono essere posti con queste rocce, e considerati come infraliassici, i calcari analoghi dei monti di Messina.¹ Il calcare indicato dal COCCHI a Monsummano come infraliassico, non è tale.

CAPO III. — TERRENI LIASSICI.

§ 1. — *Lias inferiore* (fig. 1, 3, 4).

I terreni che verranno esaminati d'ora in poi, fino a quelli dell'epoca terziaria, non si trovano se non nel lato occidentale del Monte Pisano, ed hanno tutti una stratificazione concordante, fra di loro, e coi terreni infraliassici e triassici già descritti.

Le rocce del lias inferiore sono composte, inferiormente, per lo più da un calcare ceroidale, i cui strati hanno sempre una discreta altezza; e superiormente, da un lembo continuo non più alto di 6 a 7 metri, di calcare, per lo più rosso, compatto ed alquanto cristallino, o schistoso, leggermente colorato da ossidi di ferro. Il calcare ceroidale sottostante, che qualche volta è anche saccaroide, è bianco, ceruleo, roseo o gialliccio, con vene e sfumature pur di vario colore; i banchi più puri, candidi e quasi saccaroidi, si trovano negli strati superiori, talora racchiusi in una matrice di calcare ceruleo meno puro: dove esso fa passaggio al calcare rosso sovrastante, è spesso di un vago colore roseo. Non è sempre facilmente lavorabile da tutte le parti, perchè screpola e sverza, a cagione dei peli e delle vene di materia diversa argillosa e forse talcosa, la quale forma, talora, a seconda degli strati, delle velature verdognole o grigie, ora più tenere, ora più dure del calcare, simili alle così dette *madrinacchie* dei marmi delle Alpi Apuane. La direzione di queste *madrinacchie* e degli altri straterelli schistosi, la varia colorazione dei banchi calcarei, i quali sono regolarmente disposti e di natura uniforme nella loro continuazione, e la direzione secondo la quale più facilmente si fendono, indicano il verso degli strati, anco quando questi sieno trinciati da crepe in vario senso, che ne turbano le apparenze, come accade nei marmi più antichi delle Alpi Apuane. Per l'osservazione di queste crepe diverse, il SAVI era stato indotto a supporre che il calcare ceroidale ora detto avesse di frequente una stratificazione discordante da quella dei calcari circostanti,² la qual cosa di fatto non accade. Qualche volta, p. e. nel Monte delle Fate, sembra che il nostro calcare sia alquanto dolomitico; altrove, nel Monte Rotondo e nella vallecchia dei Bagni della Duchessa, sembra che lo accompagni un calcare ceruleo, compatto, non molto dissimile dal calcare triassico sottostante.

¹ G. SEGUENZA, *Breve nota intorno le formazioni primarie e secondarie della Provincia di Messina*, cap. II, § 2 (Boll. R. Com. geol. 1871, N. 5 e 6).

² P. SAVI e G. MENEGHINI, *Considerazioni sulla geologia della Toscana*, parte 1, cap. III.

Ecco le analisi di molte varietà del calcare ceroide, eseguite dallo STAGI;¹ da queste si vede che la colorazione gialla o rossa è data dal sesquiossido ferrico, e la colorazione scura da sostanze bituminose.

- 1 Var. bianca ceroide di S. Giuliano.
 2 Var. azzurrastra di S. Giuliano.
 3 Var. giallognola di San Giuliano.
 4 Var. grigiastrea del M. Penna.

	1	2	3	4
Anidride carbonica	43.95	43.660	41.99	45.81
Anidride fosforica	tracce	0.005	tracce	0.01
Anidride silicica . . .	—	tracce	—	tracce
Calce	54.86	52.900	51.87	52.80
Magnesia	0.76	1.010	1.15	2.14
Ossido ferrico	—	—	1.02	—
Acqua	0.59	1.900	0.99	0.81
Sostanze bituminose	—	0.041	—	0.05
	<u>100,16</u>	<u>99,516</u>	<u>97,02</u>	<u>101,62</u>

Il calcare, che si è detto formare la parte superiore della zona la quale ora esaminiamo è talora marnoso, compatto, oppure ceroide, quasi sempre rosso, roseo chiaro, o gialliccio, od anche biancastro, in istrati con andamento palese; è facilmente traversato da vene o da straterelli filladici rossi o verdi, anzi talora questi sono fiti in modo da formare un calcare schistoso, come è alle cave dei marmi di S. Giuliano. Qualche volta, lo attraversano a seconda degli strati, delle piccole vene di calcite, ed anche lo accompagnano, formando degli straterelli, p. e. nella vallecchia dei Bagni della Duchessa, delle breccie di calcare rosso o bianco avviluppato da una pasta intensamente rossa o gialla.

I filoni di Quarzo che attraversano, nel Monte Rotondo, i calcari infraliasici, giungono eziandio a questi del lias inferiore, ed insieme vi si trovano dei filoncelli di vera Calcite fibrosa. Spesso poi, il Quarzo e la Calcite formano delle venette isolate. La Pirite di ferro si trova di preferenza negli straterelli schistosi, mentre l'Albite sta dispersa in piccoli cristalli nei calcari rossi, ed in quelli sottostanti, nella vallecchia dei Bagni della Duchessa dietro il Monte delle Fate.

Il calcare descritto è molto adattato come pietra d'ornamento, specialmente quello ceroide bianco, e lo è pure come pietra da fabbricare, perchè, lasciata qualche tempo nell'acqua, poco aumenta di peso. Esso, come dice lo SCAMOZZI (*Architettura*, Parte II, L. 7, Cap. 5), « tiene dell'alberese », piglia mediocre pulimento, ed è vetrino, per cui non è buono per statue ma solo per lavoro piano. Si servono pure dei frantumi per ghiaiare le strade, e ne estraggono la calcina dolce, essendo pressochè tutto solubile negli acidi, e perdendo metà del suo peso colla calcinazione. Viene scavato nel Monte Rotondo, a S. Lorenzo in Vaccoli, e quasi in tutta la sua estensione.

Le cave, specialmente quelle di S. Giuliano, sono comodissime, poichè pendono direttamente sulla pianura, e le strade carreggiabili le rasentano. La quantità dello

¹ F. STAGI, *Ricerche chimiche ecc.*, pag. 74.

scasso fatto, e l'altezza del monte portato via, mostrano di per sè l'antichità loro. Non altro che a queste cave di S. Giuliano si poteva riferire PLINIO, allorchè nel suo Libro V, parlando di Pisa disse « ne nunc quidem ignobilis est ob fertilitatem, et lapidicinas, et navalem materiam. » In molte lapidi e monumenti dei tempi Romani che furono raccolte nei dintorni di S. Giuliano e di Pisa, è impiegato il marmo bianco del Monte Pisano. Nel medio evo e nei tempi moderni, ne furono poi decorati gli edifici più notevoli di Lucca, e specialmente quelli di Pisa. Sembra che sul principio del secolo, le cave pisane rimanessero abbandonate;¹ ma oggigiorno, siccome quelle lucchesi, sono riattivate e vi lavorano molto: nella valle di Santa Maria del Giudice hanno anche aperta una segheria per lavorarvi i marmi del luogo. Le cave sono aperte da ognuno per conto suo: qualche volta fu tentato di tenerle in società, come quelle del calcare infraliassico d'Oliveto, ma questo sistema non fu trovato conveniente.

Questi calcari, insieme con gli altri della Toscana, ebbero da primo una sorte comune; ritenuti come eruttivi, vennero poi riposti nel lias apenninico, dopo la scoperta di fossili fatta dal SAVI appunto nel calcare ceroide di S. Giuliano (1832). Però cominciava la confusione lungamente durata fra i calcari ceroidi e parte dei calcari sovrastanti del Monte Pisano, ed i calcari saccaroidi delle Alpi Apuane. Per un lato il COQUAND, fondandosi sopra una pretesa discordanza di quei calcari e dei calcari grigi cupi sottostanti cogli schisti cristallini del Verrucano, li poneva tutti nell'epoca carbonifera; mentre però, distinguendo i calcari rossi, superiori, dietro l'esame di varie ammoniti che qua e là vi erano state trovate, con ragione poneva questi nel lias inferiore (1845).² D'altro lato il PILLA poneva nel lias inferiore i calcari ceroidi e saccaroidi, e lasciava nel lias superiore i calcari rossi ammonitiferi (1845).³ Questa opinione del PILLA veniva seguita anche dal SAVI (1846).⁴ Però il COQUAND insisteva sull'epoca liassica inferiore del calcare rosso (1846),⁵ che il PILLA di nuovo attribuiva al lias superiore (1847).⁶ Ogni appiglio alla controversia era tolto definitivamente dalla pubblicazione del SAVI e del MENEGHINI,⁷ nella quale il calcare rosso era considerato come propriamente liassico inferiore attesa la prevalenza in esso di ammoniti appartenenti a quell'epoca; insieme eran posti il calcare saccaroide delle Alpi Apuane ed il calcare ceroide del Monte Pisano, i fossili del quale erano per la prima volta descritti sommariamente dal MENEGHINI (1851), che poco dopo ne pubblicava ulteriori notizie (1853).⁸ Intanto il CAPELLINI scopriva alla Spezia l'infralias (1862), per cui il SAVI supponeva che i calcari ceroidi e saccaroidi potessero venire attribuiti essi pure alla medesima epoca (1864);⁹ mentre lo STOPPANI, esaminando taluni fossili del calcare ceroide del Monte Pisano e trovandoli analoghi

¹ A. DA MORRONA, *Pisa illustrata*, Parte III, pag. 519. Livorno, 1812.

² H. COQUAND, *Sur les terrains stratifiés de la Toscane* (Bull. Soc. Geol. de France, Ser. 2, t. 1).

³ L. PILLA, *Saggio comparativo dei terreni che compongono il suolo d'Italia* (Ann. delle Università Tosc., t. 1, parte 2).

⁴ P. SAVI, *Sulla costituzione geologica dei Monti Pisani*.

⁵ H. COQUAND, *Sur un gisement de gypse au prom. Arg.*

⁶ L. PILLA, *Notice sur le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie* (Bull. Soc. Geol. de France, S. 2, t. II).

⁷ P. SAVI e G. MENEGHINI *Cons. Geol. Tosc.*

⁸ G. MENEGHINI, *Nuovi fossili toscani* (Ann. delle Univ. Tosc., tomo III).

⁹ P. SAVI, *Sulla costituzione geologica delle elissoidi della catena metallifera* (Nuovo Cimento, vol. XVIII).

a quelli del calcare triassico di Esino, dubitava che quello pure fosse triassico¹ (1867) Il Cocchi accettava pei calcari del Monte Pisano e per altri della Toscana questa maniera di vedere dello STOPPANI, pur distinguendone i calcari saccaroidi delle Alpi Apuane, più antichi (1864),² ed in questa opinione, ma pei soli calcari del Monte Pisano, lo seguiva il COQUAND (1875).³ Queste discussioni intorno all'epoca del calcare ceroide erano seguite però senza conoscere l'età dei calcari sottostanti, anzi senza essere bene a giorno della posizione stratigrafica di esso. Ora dopo aver fatta conoscere questa posizione stratigrafica al disotto dei calcari rossi ammonitiferi, e dopo avere riconosciuto come infraliassico il calcare grigio-cupo sottostante, io conclusi che il calcare ceroide del Monte Pisano dovèva appartenere veramente, come altre volte era stato supposto, alla parte più antica del lias inferiore (1874).⁴ Poco dopo, l'esame rinnovato, e la determinazione della specie di varii fossili; mi confermavano in maniera evidente quell'ordinamento (1875).⁵

Il calcare ceroide nel Monte Pisano è ricchissimo di fossili più o meno bene conservati, ed anche negli strati inferiori di esso, nel Monte delle Fate sopra ai calcari infraliassici non meno fossiliferi, sono varie specie di Gasteropodi e di *Nautili*. Giova notare che nel medesimo Monte delle Fate, nella china verso S. Giuliano, esistono nella massa calcarea, in grande abbondanza, delle concrezioni e delle sferoidi, pure calcaree, spesso più biancastre della massa circostante, ricoperte vicendevolmente come gli strati di una cipolla, ma ricurve irregolarmente e scontorte come circonvoluzioni cerebrali. Il SAVI ritenne prima che fossero noduli di elvite, poi le considerò come fossili attribuendole ad alveoliti.⁶ Lo STOPPANI credette doverle riferire alla sua *Evinospongia cerea*, che già aveva trovato con identiche apparenze, e descritto, tra i fossili del calcare triassico d'Esino.⁷ Io finalmente, esposti, come dietro gli studii del MENEGHINI si avessero a riferire quelle apparenze non ad uno Spongario, come voleva lo STOPPANI, ma ad una *Nullipora*,⁸ probabilmente ad un *Lithothamnion*; ma GIORGIO BORNEMANN, avendo recentemente fatte, in parecchi sensi, varie sezioni della roccia contenente quelle strane apparenze, non vi trovò alcuna traccia visibile di natura, come che sia, organica, onde potrebbe darsi che si trattasse di semplici concrezioni calcaree di natura minerale, simili alle ooliti od alle pisoliti, le quali si possono riprodurre in piani geologici diversi. Tornando ai veri fossili, noterò che qualche raro encrinite si trova nella vallecchia dei Bagni della Duchessa, presso le cave Bruguiet, sotto al calcare rosso.

¹ A. STOPPANI, *Note ad un corso annuale di geologia*, parte II, pag. 300.

² I. COCCHI, *Sulla geologia dell'Italia centrale*, pag. 33.

³ H. COQUAND, *Terrains stratifiés de l'Italie centrale* (Bull. Soc. géologique de France, série III, t. III.)

⁴ C. DE STEFANI, *Cons. strat.*, pag. 65-67.

⁵ C. DE STEFANI, *Dell'epoca geologica dei marmi dell'Italia centrale*, (Boll. R. Com. geol., anno 1875, n. 7-8, pag. 8, 9).

⁶ P. SAVI, *Osservazioni geognostiche sui terreni antichi toscani, concernenti specialmente i Monti Pisani, le Alpi Apuane e la Lunigiana* (N. Giorn. dei Letterati, tomo XXI, part. scient.). 18 32.

⁷ A. STOPPANI, *Note ad un corso annuale ecc.*, pag. 300.

⁸ *Dell'epoca geologica dei marmi ecc.*

Ma i fossili più abbondanti, e spesso costituenti una compatta lumachella, si trovano nel Monte Rotondo al Podere della Croce, negli strati superiori del calcare ceroide a non molta distanza dai sovrapposti calcari rossi. Ecco le analisi di due varietà di lumachella del Monte Rotondo, eseguite da FRANCESCO STAGI,¹ dalle quali risulta, fra le altre cose, che l'anidride fosforica in esse contenuta, è in ragione diretta dell'abbondanza dei fossili.

	1	2
1 Lumachella molto fossilifera.		
2 Lumachella meno fossilifera.		
	1	2
Anidride carbonica	54,13	43,27
Anidride fosforica	0,25	0,06
Calce	42,60	54,66
Magnesia	0,38	0,47
Acqua	1,31	1,20
Sostanze bituminose	0,44	0,02
Idrogeno solforato	tracce	tracce
	<hr/>	<hr/>
	99,11	99,68

Ho potuto studiare e descrivere i fossili della lumachella, più distinti ed eccone l'elenco:

1. *Cidaris filograna*, AGASSIZ. — *Monte Rotondo*, abbastanza frequente.

Finora la specie è stata indicata soltanto nel terreno argoviano di Birmensdorf (Svizzera).

2. *Pentacrinus scalaris*, GOLDFUSS. — *Monte Rotondo*.

È proprio dei terreni liassici inferiori e medii.

3. *P. subsulcatus*, MÜNSTER. — *Monte Rotondo*.

Il DUMORTIER lo cita nella parte superiore del lias inferiore a Saint Fortunat, ed il GOLDFUSS negli schisti marnosi del Giura presso Bayreuth.

4. *Eugencrinus compressus*, MÜNSTER. — *Monte Rotondo*.

5. *Ammonites nov. sp.* — *Monte Rotondo*.

Conchiglia compressa, molto involuta; rapido accrescimento, ombelico profondo; faccia ventrale rotondata, senza carena; i giri, molto più alti che larghi, si ricoprono per metà dell'altezza; apertura ovata; superficie liscia; primo lobo laterale molto più largo e più lungo del sifonale; sella laterale più larga e più profonda della esteriore. — *Diam. 14'''*.

La forte involuzione vieta il ravvicinamento altre volte proposto all'*A. planorbis* Sow.. Si avrebbe invece qualche maggiore somiglianza coll'*A. striarives* Quenst., se non fosse che in questo è indicata, benchè debolissima (äusserst schwach) e non espressa nella figura, una carena, che nel nostro manca interamente. (*Meneghini*).

¹ F. STAGI, *Ricerche chimiche*, ecc., pag. 76. — In questo scritto dello Stagi, pubblicato dopo la sua morte, nell'analisi N. 2 la quantità della calce è segnata 54,56; ma per errore tipografico, chè infatti la somma non vi corrisponde. Negli originali dai quali ho copiato direttamente tutte le analisi è il numero 54,66.

6. A. sp. — *Monte Rotondo.*

Questa forma si può ravvicinare a quella del lias β descritta e figurata dal QUENSTEDT come verosimilmente corrispondente alla prima età dell' *A. globosus* Ziet., che l'autore avverte non doversi confondere con quelle somiglianti del lias γ e δ . (*Meneghini*).

7. Rissoina obliquecostata, DE STEFANI, *nov. sp.* — *Monte Rotondo.*

T. oblonga, magna, nitida; longitudinaliter plicis rectis, obliquis, continuis, ornata; anfractibus convexiusculis. — *Lung. 8'' Larg. 4''*

8. Chemnitzia pseudotumida, DE STEFANI, *nov. sp.*, — *Monte Rotondo*, frequentissima.

T. conico-turrita; anfractibus circa 9 convexiusculis, sublævibus; in medio interdum, striis quatuor transversalibus lævissimis ornatis; ultimo anfractu magno, tertiam longitudinis partem aequante; apertura elongato-ovata; umbilico tecto? — Angolo spirale 45°, Lung. 53'' a 57'', Larg. 26''

Questa specie è quanto mai somigliante alla *C. tumida* Hörnes, del trias di Wildanger (Tirolo); ma può distinguersi, pei giri meno convessi e forse anche per la spira più ottusa.

9. C. phaslanelloides, DE STEFANI, *nov. sp.* — *Monte Rotondo.*

T. conica, turrita, anfractibus circa 7, convexiusculis, lævibus, sutura sat distincta separatis; ultimo magno, dimidiam longitudinem superante.

10. C. procera, DESLONGCHAMPS. — *Monte Rotondo.*

Non mi sembra poter distinguere questa specie dalla *C. procera* proveniente dal piano Bajociano od oolitico inferiore dei Montiers e dei dintorni di Bayeux (Calvados). Giova ricordare che i tipi delle antiche *Chemnitziae* sono quanto mai uniformi e monotoni, e continuano con poca variazione da un'epoca all'altra, come p. e. la *C. Heddingtonensis* Sow. (per errore nello scritto *Epo. geol. dei marmi dell'It. cent.*, Pag. 9 dissi *C. princeps*), la quale con poca varietà si trova durata dal trias (*C. Aldrovandi* Stopp.), fino all'Oxfordiano superiore.

11. C. clava, DE STEFANI, *nov. sp.* — *Monte Rotondo.*

T. conica, turrita, anfractibus circa 9 convexis, lævibus, superne, prope suturam, nodis claviformibus ornatis; ultimo dimidiam longitudinem aequante. Apertura ovato-elongata? umbilico tecto.

12. C. Saviana, DE STEFANI, *nov. sp.* — *Monte Rotondo.*

T. magna, crassa, turrita, anfractibus planis, lævigatis, costis longitudinalibus obliquis ornatis; ultimo angulato; apertura elongato-ovata. — *Angolo spirale 35° a 40°, Larg. 59''*

Pelle sue dimensioni è paragonabile alla *C. princeps* Stopp.; ma pegli ornamenti è diversa da ogni altra specie.

13. Neritopsis Meneghiniana, DE STEFANI, *nov. sp.* — *Monte Rotondo.*

T. minuta, ovata, inflata; spira brevissima; anfractibus convexis, varicibus longitudinalibus 8-9 ornatis, costellis transversis 8-10 decussatis; apertura rotundata; labio incrassato; labro denticulato? — Lung. 2'', Larg. 2 $\frac{1}{2}$ ''

La forma e la disposizione degli ornamenti distinguono bene questa specie dalla *N. Cottaldiana* D'Orb. del piano Coralliano, e dalla *N. (Naticella) armata* Münst., del trias.

14. N. Passerinii, MENEGHINI, *nov. sp.* — Monte Rotondo.

T. ovata-transversa; *spira brevi, acuta*; *anfractibus convexis, longitudinaliter costatis, transverse, lineis majoribus et minoribus alternantibus, decussatis*; *apertura subrotundata*. — *Lung. 18'' a 28''*, *Larg. 20'' a 31''*

La forma ed il numero delle coste longitudinali e dei cordoncini trasversali, distinguono questa specie dalle sue affini *N. compressa* Klipst., del trias, e *N. paucivaricosa* Ditm., dell'infralias.

15. Straparollus ornatus, MENEGHINI, *nov. sp.* — Monte Rotondo.

T. trochiformi, obtusa; *late umbilicata*; *anfractibus subquadratis, supra planulatis, superne atque inferne ad basim tuberculatis*. — *Alt. 14''*. *Diam. 21''*

16. Turbo Anconae, MENEGHINI, (*Turrilites d'Anconae* Mgh., *Turrilites (Cochloceras d'Anconae)* De Stefani) — Monte Rotondo.

T. brevi, dextrorsa, conica; *anfractibus convexis, sutura profunda divisis, transversim, oblique, costis simplicibus ornatis*.

Questa specie non è un *Turrilites*, come fu creduto altre volte, perchè non si vedono lobi nè setti, e nella sezione della conchiglia non appaiono concamerazioni.

17. Stomatia Julliana, MENEGHINI, *nov. sp.* — Monte Rotondo, comune.

T. depressa, nitida, auriformi; *spira brevissima*; *anfractu ultimo amplissimo, superne fere planulato, ad basim obtuse angulato, prope ab apertura callo longitudinali cincto*; *apertura rotundata, ampla*; *labio acuto, expanso*. — *Lung. 14'' a 20''*, *Larg. 30'' a 33''*

18. Pleurotomaria praeatoria, DESLONGSCHAMPS. — Monte Rotondo, non rara.

Questa specie è indicata nell'infralias dal SCHAFHAUTL, nel lias medio dal D'ORBIGNY, dal DESLONGSCHAMPS, e dal DUMORTIER.

19. P. Pisana, DE STEFANI, *nov. sp.* — Monte Rotondo.

T. conica, umbilicata; *spirae angulo 120°*; *anfractibus superne angulosis, gradatis, longitudinaliter striatis, concentric cingulatis, fascia sinus in medio sita*; *ultimo anfractu ad basim angulato*; *basi concentric striata*; *apertura subtriangolari*. — *Lung. 4 $\frac{1}{2}$ ''*, *Diam. 5''*

Questa specie, pel suo angolo, nei giri superiore al seno, si potrebbe paragonare, benchè ne sia molto diversa, soltanto alla *P. texturata* Münt., dell'infralias, ed alla *P. Haueri* Hörn. del trias.

20. P. canaliculata, DE STEFANI, *nov. sp.* — Monte Rotondo.

T. trochiformi, conica, apice acuto, anfractibus 6 vel 7, laeviter convexis, gradatis, canaliculatis, transversim cingulatis, superne costellis longitudinalibus ornatis: fascia sinus mediana.

Tra gli altri caratteri, le linee trasversali meno numerose e la mancanza delle pieghe longitudinali nella parte inferiore dei giri, distinguono questa specie dalla *P. Hennocquii* Terquem, dell'infralias d'Hettange.

21. Mytilus disputabilis, DE STEFANI, *nov. sp.* — Monte Rotondo.

T. elliptica, convexa, elongata; *striis concentricis regularibus, elevatis, undique decorata latere anali rotundato*; *marginem cardinali arcuato, inferiore subrecto*.

22. Avicula inaequivalvis, SOWERBY. — Monte Rotondo.

Questa specie è indicata nel lias inferiore della Francia, della Germania e dell'Inghilterra.

23. *Pecten acutiradiatus*, MÜNSTER, (*Avicula peregrina* Mgh. e Savi; *Cons. sulla Geol. strat. della Toscana* pag. 378, n. 21). — *Monte Rotondo*.

È abbastanza frequente in varii luoghi nel lias inferiore e nella parte inferiore del lias medio.

24. *Montlivaltia*, nov. sp. — *Monte Rotondo*.

È affine alla *M. depressa* non Edv. et H., ma Capellini, dell'infralias della Spezia.

Come ho detto altrove,¹ da questi fossili si deduce che gli strati i quali li racchiudono appartengono certamente al lias inferiore; ma forse non bene alla porzione più antica, perchè hanno alquanto maggiore rapporto coi fossili del lias medio di quello che con quelli dell'infralias.

Sull'epoca del calcare rosso, che altrove è così ricco di fossili, non sono sorte ulteriori contestazioni; tutt'al più il MENEGHINI ha esitato nell'attribuirlo al lias medio piuttosto che alla parte più recente del lias inferiore,² perchè vi è qualche mescolanza di specie di dette epoche, come suole accadere in quei terreni che segnano il passaggio di un piano all'altro. Però se si ritorna all'argomento altre volte addotto pur dal SAVI e dal MENEGHINI della predominanza di specie del gruppo degli Arieti appartenenti più specialmente al lias inferiore; e se si considera che deve essere distinto dal calcare rosso, il calcare grigio con selce sovrastante, il quale prima si riteneva confuso ed alternante con esso, e che contiene delle specie di ammoniti, prima confuse, più propriamente appartenenti al lias medio, non sarà difficile persuadersi, come il calcare rosso, anche quello del Monte Pisano, appartenga, nel modo che ora si è detto, alla parte più recente del lias inferiore; mentre il calcare ceroide appartiene alla parte più antica. Nel Monte Pisano non vi sono state trovate ammoniti abbondanti e ben distinte come altrove; però nel Monte delle Fate esso è ricco di encrini; e dal Monte Rotondo, dagli strati inferiori di esso, per quanto pare, proviene una lumachella diversa da quella del calcare ceroide sopra studiata, ma ricca di fossili pur essa, e specialmente di piccole specie di ammoniti non ancora determinate.

Essendo adunque a prima vista differente la natura litologica delle rocce componenti i varii piani del nostro lias inferiore, ed essendovi differenza nella natura dei fossili racchiusivi, come risulterà anche meglio dal quadro posto al termine del capitolo, si può con ragione distinguere il nostro lias inferiore in due piani, i quali si trovano, per quanto pare, costantemente accompagnati nei vari luoghi. Il piano inferiore, che diremo piano *A*, è quello del calcare ceroide, od in qualche luogo ceruleo cupo; il piano superiore, o piano *B*, che segna il passaggio al lias medio, è quello del calcare rosso.

Fuori del Monte Pisano, pare corrispondano al calcare ceroide del piano *A*, e certo appartengono alla parte più antica del lias inferiore, i calcari pure ceroidi, della Montagnola Senese, di Cetona (Provincia di Siena), di Gerfalco e di Montieri (Pro-

¹ *Ep. geol. marm. Italia cent.*

² G. VOM RATH, *Geognostische mineralogische Fragmente aus Italien — Die Berge von Campiglia* (Zeitsch. der D. geol. Gesell., 1868).

vincia di Grosseto), di Campiglia (Provincia di Pisa), forse dell'Elba, e dei colli di Pietrasanta (Provincia di Lucca), e di Vecchiano (Provincia di Pisa) nelle Alpi Apuane. In tutti questi luoghi, i calcari ceroidi son di frequente molto ricchi di fossili; ma finora non ne ho trovato alcuno corrispondente a quelli del Monte Pisano, e forse ciò deriva dall'essere un poco diverso il piano degli strati dai quali essi derivano, o meglio dalla poca conoscenza che ancora abbiamo della fauna di questi nostri diversi luoghi. Spesso la parte più antica di questo lias inferiore è costituita da un calcare schistoso o marnoso intensamente ceruleo, non molto diverso dal calcare infraliassico sottostante; anzi dove mancano i fossili non vi si può ben distinguere la zona dell'infralias da quella del lias, per cui è facile che in taluni luoghi, anche dove non lo dirò espressamente, gli strati inferiori dei calcari che ora accennerò siano infraliassici.

Cominciando dall'estremità più settentrionale della penisola italiana, è facile che rispondano in gran parte ai nostri calcari infraliassici o liassici inferiori, le masse dei calcari grigio-cupi, cavernosi o no, delle Alpi marittime, che il PARETO, e con lui il SISMONDA, ritenevano giurassici, giusto appunto insieme coi nostri calcari simili della Spezia, delle Alpi Apuane, e dell'Apennino settentrionale. I calcari detti grigio-cupi, o meglio cerulei, del lias inferiore della Spezia, sono ricchi di fossili trovati per la prima volta dal GUIDONI, poi descritti dal DE LA BÈCHE, dall'HOFFMANN, dal MENECHINI ecc. Nelle Alpi Apuane vi corrispondono, una lunga serie di strati fra il Monte Matanna ed il Monte Acuto sopra Roggio, nel lato N. E. della elissoide centrale, ed alcune masse presso Tenerano nel lato S. O., dove nei calcari sottostanti al rosso è stato trovato qualche ammonite del tipo degli Arieti. Il COCCHI già da qualche tempo, aveva supposto che i calcari cerulei-cupi con straterelli di schisto del Monte Matanna e del Monte Acuto fossero liassici inferiori ¹ (1864) e la stessa supposizione avevo fatta io pei calcari analoghi dei canali di Vagli e della Torrite Secca ² (1875); dopo d'allora nel canaletto di Rontano affluente nella Torrite Secca, ho trovato nello stesso calcare dei Pentacrini e degli Eugeniocrini, talchè si deve confermare l'epoca liassica inferiore dei calcari sopra detti; si deve poi aggiungere a loro, nelle stesse Alpi Apuane, il calcare ceruleo fossilifero che apparisce fra Gallicano e l'Eremita al di sotto del Monte Palodina, che io avevo già attribuito all'infralias (1875). Nell'Apennino, appartengono a quest'epoca, e probabilmente negli strati più profondi anche all'epoca infraliassica, come sospetta pure il COCCHI, varie delle masse calcaree più antiche. A cominciare dal settentrione vi si notano le masse di Sassalbo e di Mommio in Lunigiana, di Soraggio e di Corfino in Garfagnana (provincia di Massa Carrara), di Valbona, dell'Acquabona e dell'alta valle dell'Ozola (provincia di Reggio Emilia). Io ritenni queste masse come infraliassiche, ma avendo scoperto più tardi dei Pentacrini ed altri fossili nell'Alpe di Corfino, devesi dire che appartengano, almeno per la massima parte, all'epoca liassica inferiore. Più a mezzogiorno,

¹ I. COCCHI, *Lezioni sulla geologia ecc.*, p. 18.

² *Considerazioni stratigrafiche ecc.*, p. 67.

nell'Apennino, si incontrano i calcari cerulei-chiari o dolomitici del piano *A*, non diversi litologicamente da quelli già descritti, del Furlo, del Monte Vettore e d'altri luoghi dell'Apennino centrale, studiati da SPADA e ORSINI, dallo ZITTEL, e da altri. Fuori dell'Apennino, nelle Maremme e nelle Isole Toscane, nella Calabria e nei Monti Peloritani, è quasi certo che esistono calcari consimili, ma non essendo ancora ben distinti, non si può dire quali si debbano togliere dal piano infraliassico di cui abbiamo parlato alla fine del capitolo antecedente, per porli nel piano liassico inferiore. Intanto è già importante, il vedere come questa roccia, ora ceruleo-cupa ed inalterata, ora ceruleo-chiara, e più o meno ceroidale o dolomitica, si estenda con sostanziale uniformità dai promontorii della Spezia all'Apennino centrale; gli studii ulteriori la faranno poi conoscere anco più oltre di questi confini.

Non minore estensione hanno i calcari rossi del lias inferiore, sovrapposti ai calcari ceroidali; anzi, sebbene, per la non grande altezza, la loro serie non sia stata seguita in tutto il contorno dei monti dei quali fa parte, pure essendo essa litologicamente ben caratterizzata e facilmente discernibile, è stata segnalata in più luoghi. La troviamo nei promontorii occidentale ed orientale della Spezia, e nell'Apennino settentrionale, tutto all'intorno delle elissoidi di Mommio, di Soraggio, di Corfino, e della valle dell'Ozola, come pure, a quanto sembra, intorno alle elissoidi di Sassalbo, e di Valbona e a quelle altre del Reggiano. Nello stesso Apennino la ritroviamo in un luogo limitatissimo, nelle cave Martini, a Monsummano in Val di Nievole (Prov. di Lucca). Nelle Alpi Apuane, ne stanno nel lato meridionale dei piccoli lembi interrotti dalle frequenti e larghe foci delle valli; più continui si estendono nel lato settentrionale, nella Lunigiana, e poi nel lato orientale fra la Torrite di Vagli ed il Monte Matanna, nel qual tratto di territorio, agli altri luoghi da me già indicati altrove si può aggiungere il Canale di Rontano; finalmente li ritroviamo nel lato meridionale nell'elissoide delle Avane. Nel rimanente della Toscana, poi, compariscono nel fianco occidentale della Montagnola Senese e del Monte Maggio, e così pure nel Monte di Cetona (Provincia di Siena): inoltre a Campiglia di Maremma, a Caldana (Provincia di Pisa) ed a Gerfalco e Prata (Prov. di Grosseto), come pure presso Monterotondo, ed in varii altri luoghi della stessa provincia di Grosseto. Il Cocchi per ultimo lo indica all'Elba. Nell'Apennino centrale, questo calcare rosso del lias inferiore non è ancora stato distinto, ma è molto probabile che vi esista e che debba essere tenuto a parte da quella grande massa di calcari centrali creduti per molto tempo dolomitici, che però non lo sono, attribuiti con indicazione generale al lias inferiore.

Presento ora l'elenco dei fossili che sono stati via via trovati in questi calcari nella Toscana. I cefalopodi furono determinati dal MENEGHINI ed il presente elenco di essi trascritto col suo gentile assentimento, è il più esatto ed il più completo che finora si abbia di questi luoghi. I gasteropodi, i lamellibranchi ed alcuni altri fossili furono determinati per la massima parte da me.

QUADRO comprensivo dei fossili fino ad ora notati in Toscana nel Lias inferiore — Piano A.

CALCARE CEREOIDE				CALCARE GRIGIO-SCURO
CAMPIGLIA	MONTIERI	GERFALCO	MONTE PISANO	SPEZIA
<p>Ammonites muticus d'Orb. » Jamesoni ? Sow. (A. Renardi d'Orb.) mimatense D'Orb. Lipoldi v. Hauer Partschi St. cylindricus Sow. Guidonii Sow. margaritatus D'Orb.</p>		<p>Amm. cylindricus Sow.</p> <p>stella Sow.</p> <p>» Hierlatzicus H. » difformis Em. » laevigatus Sow. » sp. nov. Mgh.</p> <p>Terebratula Myrtho Mgh.</p>	<p>Ammonites sp. n. Mgh.</p> <p>Rissoina obliquecostata D.S. Chemn.pseudotunida De St. » phasianelloides D.S. » procera Deslong. » clava De St. » Saviana De St.</p>	<p>Amm. Partschi St. » cylindricus Sow. » Guidoni Sow. » margaritatus D'Orb. » bisulcatus Brug. » Conybeari Sow. » doricus Mgh. » raricostatus Ziet. » Kridion Ziet. » comptus Sow. » catenatus Sow. » trapezoidalis Sow. » Coregonensis Sow. » Grenouillouxi D'Orb. » centauroides Mgh. » actaeonoides Mgh. » Loscombi Sow. » discretus Sow. » Listeri Sow. » stella Sow. » ventricosus Sow. » Zetes D'Orb. » Lunensis Mgh. » fimbriatus d'Orb. » sublineatus Opp. » biformis Sow. » articulatus Sow. » Phillipsi Sow.</p>
<p>Chemnitzia Nardii Mgh. » Anconae De St. (sp. n.)</p>		<p>Chemnitzia Nardii Mgh.</p>	<p>Neritopsis Meneghiniana DS » Passerinii Mgh. Straparollus ornatus Mgh. Turbo Anconae Mgh. Stomatia Juliana Mgh. Pleurot.praecatoria Deslong. » Pisana De St. » canaliculata De St.</p>	<p>Pleurot.Capellinii De St.</p>
<p>Avicula Janus Mgh.</p>	<p>Avicula Janus Mgh.</p>	<p>Avicula Janus Mgh.</p> <p>Pecten Nardii Mgh. » Hierifalci De St. » Rathianus De St.</p>	<p>Mitylus disputabilis De St. Avicula inaequalvis Sow.</p> <p>Pecten acutiradiatus Münst.</p> <p>Cidaris filograna Agas. Pentacrinus scalaris Goldf. » subsulcatus Münst. Eugeniocrinus compr. Münst. Montlivaltia sp. n. De St.</p>	

ELENCO dei fossili fino ad ora notati in Toscana nel Lias inferiore — Piano B.

<p>CETONA.</p> <p>Ammonites stellaris Sow. spiratissimus Quenst. Ceras Gieb. liasicus D'Orb. Escheri v. H. Foetterlei v. H.</p> <p>GERFALCO.</p> <p>Ammonites Pecchiolii Mgh. margaritatus Montf. stellaris Sow. Ceras Gieb. tardecrescens H. Conybeari Sow. Normanianus D'Orb. cylindricus Sow. Hungaricus H. Bucklandi Sow. Montii Mgh. sp. n. Belemnites orthoceropsis Mgh.</p> <p>MONTAGNOLA SENESE.</p> <p>Ammonites margaritatus Montf.</p> <p>CAMPIGLIA.</p> <p>Ammonites margaritatus Montf. spiratissimus Quenstedt Nodotianus D'Orb. armatus Sow. Ceras Gieb. tardecrescens v. H. Conybeari Sow. Heberti Opp. Buviguieri D'Orb. » Zetes d'Orb.</p>	<p>Ammonites Nardii Mgh. Partschi St. (A. striatocostatus Mgh.). tenuistriatus Mgh. Normanianus D'Orb. Belemnites longissimus Mill.? Atraxites alpinus Gumb. Orthoceras liasicus Gumb.</p> <p>MONTI OLTRE SERCHIO (Sassi grossi).</p> <p>Ammonites Pecchiolii Mgh. Boucaultianus D'Orb. » Conybeari Sow.</p> <p>ALPE DI CORFINO (Sasso rosso).</p> <p>Ammonites stellaris Sow. subarmatus Young spiratissimus Quenstedt muticus D'Orb. Nodotianus D'Orb. radians Schlot. hybridus D'Orb. complanatus Brug. armatus Sow. Boucaultianus D'Orb. bifrons Brug. Ceras Giebel obtusus Sow. tardecrescens v. Hauer Conybeari Sow. bisulcatus Brug. Hartmanni Op. multicostatus Sow. geometricus Op. Charmassei D'Orb. efr. crassus Phil. » heterophyllus Sow. Belemnites orthoceropsis Mgh.</p>
--	--

§ 2. — *Lias medio* (fig. 1, 3, 4).

Il terreno del lias medio, nel Monte Pisano è rappresentato da un calcare, marnoso, ceruleo, più o meno cupo, compatto quasi come una pietra litografica, per cui anzi furono fatti dei tentativi di servirsene per questo scopo. I banchi del calcare alternano sempre con degli arnioni o dei filari di selce, regolarissimi, finissimi od alti qualche decimetro, che formano dei veri straterelli, seguendo l'andamento e la lunghezza degli strati calcarei, talchè mostrano di essere stati sedimentati nel seno delle acque insieme con questi. La selce, ora è biancastra, friabile e disgregabile come una rena, ovvero grigia, compatta, semi-trasparente, con frattura resinosa e con apparenza calcedoniosa: qualche volta ne derivano dei filoncelli quarzosi che penetrano nelle fessure circostanti. Nelle parti superiori, il calcare è quasi del tutto privo di selce, più ceroidale, e ripieno di minuti fossili, per la maggior parte pentacriniti, segnalati da punti spatici. Gli strati di questo calcare, sempre ben distinti, sono talvolta molto scontorti e raddrizzati, sino a divenir verticali, e ad inclinarsi anche alquanto all'incontrario del senso regolare, come è a Caldacoli, e lungo la strada fra S. Giuliano e S. Maria del Giudice. Oltre al Quarzo solito, in filoni, ad una capra-reccia in cima al colle delle cave di San Giuliano, stanno con esso dei noduli di Malachite e di Cinabro¹ i quali affettano una forma tetraedrica, quasi che avessero sostituito dei cristalli di Calcopirite o di Tetraedrite, il qual minerale non è raro in altri consimili giacimenti. Qualche volta il Cinabro si trova da solo nelle cave là vicine, anche nei calcari rossi e ceroidi del lias inferiore, con apparenza di ocre, spalmante di una leggera polverina alcune fenditure. Questi minerali del resto formano dei veri filoncelli, che traversano, come si è detto, tutte le varie rocce liassiche di quel luogo, ed oltrepassano anche i filari di selce: a contatto di quei filoni, il calcare è tutto ripieno di piccoli cristalli di Quarzo.

Per essere il calcare ora descritto marnoso e ricco di materia silicea è molto adatto a fornire calcina forte, ed a tale scopo da antico tempo, e certo per lo meno dal secolo passato, come ne fanno fede il TARGIONI che le visitò, e vari documenti rimasti, sono aperte numerose cave, tanto nella china che guarda Pisa come nella china lucchese. Per iscrivare la pietra, sogliono fare con mazza e scalpello dei fori cilindrici del diametro di 2 o 3 centimetri, obliqui agli strati, e al disotto dei filari della selce, utilizzando così anche la forza di resistenza prodotta da quelli; ma nel fare le cariche della polvere non hanno alcuna norma studiata e ne sciupano delle buone quantità inutilmente; dimenticando la legge che quando la mina non è stata ben proporzionata alle linee di minor resistenza, il distacco di materia è minore di quello che potrebbe dare effettivamente la carica, e si ha invece velocità di proiezione maggiore.

¹ A. D'ACHIARDI, *Mineralogia* ecc., Vol. II, pag. 286.

La seguente analisi di FRANCESCO STAGI¹ dimostra la composizione del calcare delle cave Bruguiet e del Monte delle Fate:

Anidride carbonica	39.90
Calce	47.10
Magnesia	1.60
Silice	9.10
Allumina	2.33
Ossido ferrico	1.35
Ossido ferroso	0.65
Anidride solforica	tracce
	<hr/>
	101.13

Una analisi del BECHI aveva dato i seguenti risultati:²

Carbonato calcico	86.5
Carbonato magnesiaco	2.3
Allumina	2.7
Silice	7.6
Ossidi di ferro ed altre sostanze	0.9
	<hr/>
	100.0

Questo calcare con selce, del Monte Pisano e degli altri luoghi dell'Italia centrale nei quali si trova, e di cui diremo fra poco, fu riunito fino a questi ultimi tempi col calcare rosso ammonitifero descritto nel paragrafo antecedente, e fu ritenuto qualche volta alternante con esso, perchè, mentre di solito vi sta al di sopra, lo si credeva sottostare, nel promontorio occidentale della Spezia, dove si ha un bell'esempio di rovesciamento di strati che, fatto conoscere dal PILLA, non fu, sul primo, ammesso da tutti. Il calcare con selce perciò, insieme col rosso ammonitifero, fu ritenuto [prima eruttivo, poi attribuito dal SAVI al lias apenninico (1832), quindi dal COQUAND al lias inferiore (1845), mentre però il PILLA (1845 e 1847), ed il SAVI poi (1846) lo conservavano nel lias superiore, ad onta che il COQUAND insistesse nella sua opinione (1846). Però il SAVI ed il MENEGHINI, convenuti più tardi col geologo francese, lo riconobbero liassico inferiore (1851, 1853), sebbene, insieme col rosso ammonitifero e per la mescolanza dei fossili, il MENEGHINI ritenesse qualche volta di poterlo attribuire al lias medio (1868). Io provai più tardi come in tutti i luoghi nei quali era stato osservato, ed anche nel promontorio della Spezia, il calcare con selce fosse più recente del calcare rosso col quale era stato confuso (1875); e dietro lo studio di nuovi fossili, benevolmente partecipati dal MENEGHINI, dai quali appariva e la presenza di certe specie tipiche del lias medio, e la scomparsa quasi assoluta degli Arieti, sì che risultava una diversità fra esso ed il calcare rosso sottostante, ed una analogia col calcare liassico medio dell'Apennino centrale già da lungo tempo definito, giudicai fosse liassico medio esso pure, come anche litologicamente non pare punto distinguibile dal calcare con selce di quell'epoca, dell'Apennino centrale adiacente.

¹ F. STAGI, *Ricerche ecc.*, pag. 79.

² A. D'ACHIAZZI, *Min. Tosc.*, Vol. I, pag. 177.

Prima di accennare i suoi fossili, indicherò i vari luoghi dell'Apennino settentrionale e della Catena Metallifera nei quali esso calcare è stato finora trovato, avvertendo però che se ne potrebbero indicare con certezza varii altri, in quelle regioni montuose, dove nell'avvenire lo ritroverà chi vi ponga mente. Nel promontorio occidentale della Spezia (Prov. di Genova), se ne trovano alcuni banchi, già mentovati dal Savi e dal MENEGHINI; nell'Apennino settentrionale, compare a Sassalbo, nell'alta valle dell'Enza, a Soraggio, a Corfino (Prov. di Massa e di Reggio d'Emilia) ed a Monsummano (Prov. di Lucca) dove è pure fossilifero. Nelle Alpi Apuane apparisce in più luoghi già noti, nel Carrarese, in Garfagnana, nel Camaiolese e nei dintorni di Lucca; un luogo di quelle Alpi, dove io non l'ho indicato nella descrizione che ne feci, si è il canale di Rontano che scende nella Torrite Secca. Nel rimanente della Toscana non lo si può indicare per ora se non a Campiglia in Maremma, nelle Cornate di Gerfalco, secondo gli studii del Lotti, all'isola d'Elba, ed a Cetona. Nell'Apennino centrale, si sa ch'esso trovasi nel Monte Vettore, al Furlo ed altrove. Ed ora, per maggiore semplicità e senza stare ad aggiungere altre osservazioni, presento il quadro dei fossili che vi sono stati trovati. Fino ad ora, nel Monte Pisano non pare ne sia stato ritrovato alcuno, se si eccettuano i pentacrini, non determinati, degli strati superiori.

QUADRO comprensivo dei fossili fino ad ora notati in Toscana nel Lias medio.

SPEZIA	CORFINO	VAL DI SECCHIA	SASSIGROSSI (S) e REPOLE (R)	SORAGGIO	CETONA
Ammonites Par- tschi St.	Ammon. Algovia- nus Oppel » pluricosta Mgh.	Ammonites radians Schlot.	Ammon. Algovia- nus Oppel (R.) » Listeri Sow. (S.) » Conybeari Sow. (R.) » crebricosta Mgh. (R.)	Ammon. margari- tatus d'Orb. » pluricosta Mgh.	Ammonit. radians Schlot. » Ceras Gieb. » Davoei Sow. » cylindricus Sow. » Ragazzonii H. » tardecrescens H.

§ 3. — *Lias superiore (fig. 1, 3).*

Quell'insieme di rocce, che sta sopra a tutta la serie dei calcari, la quale finisce col lias medio, è composto di calcari, d'arenarie e di schisti. Tosto sopra al calcare con selce liassico medio, presso Corliano ed altrove, sono degli straterelli di diaspro bianco e rosso, e di schisti filladici, nei quali alternano dei banchi di calcare terroso giallo o rosso, cavernoso, e somigliantissimo ad una *Rauchwacke*. Però la maggior parte della zona è formata da schisti ardesiaci turchini o lionati, da una arenaria con ciottoletti di quarzo somigliantissima al *macigno* eocenico e perciò detta qualche volta *pseudo-macigno*, da una quarzite molto simile al diaspro, rosea o bianchiccia, non rara nella pendice lucchese presso Castel Passerino, e da cipollini o calcari schistosi di svariati colori, verdi, rossi, paonazzi o violacei. Questi strati calcarei, che sono i più frequenti, vennero dal SAVI, insieme con tutte le altre rocce, riuniti col nome di *Schisti varicolori*; l'analisi seguente gentilmente eseguita per mia richiesta dai chimici FUNARO e MARTINI, d'uno schisto non dei più calcariferi di presso Corliano, mostra chiaramente la loro natura:

Acqua	2,500
Silice	16,105
Ossido ferrico	2,215
Ossido manganoso	0,648
Allumina	0,722
Calce	47,503
Magnesia	1,280
Anidride carbonica	29,203
	100,176

Per avere una qualche idea del succedersi delle varie rocce, ecco la loro serie, fra Caldaccoli e Corliano. Sotto sta il calcare con selce: sopra vengono, un diaspro rosso; un calcare terroso cavernoso; schisti ardesiaci; schisti lionati; pseudo-macigno; schisti calcarei o calcari schistosi, varicolori; al di sopra vengono altri calcari appartenenti ad una zona diversa. In questa zona schistosa, come in quell'altra più antica, triassica, si notano delle parziali inversioni di strati, nel lato orientale, inverso il piano di Pisa, là dove vengono a sovrapporsi i calcari più recenti.

I filoni che penetrano le rocce indicate sono al solito formati di Quarzo e di Calcite senza altro minerale; l'Acerdese penetra frequentemente qui nel Monte Pisano, verso il Lucchese, come altrove, le quarziti; è soltanto per iscambio di luogo che il BOMBICCI,¹ nel suo itinerario mineralogico d'Italia, accenna l'Ottrelite alle Mulina del Monte Pisano, dove appunto sono, fra le altre, le rocce liassiche superiori, mentre invece quel minerale si trova alle Mulina di Stazzema nelle Alpi Apuane.

L'unico fossile trovato fin qui, oltre ad alcune fucoidi, è la *Posidonomya Bronni*, scoperta dal CAPELLINI negli schisti lionati del Monte di Gambasana; essa dimostra da sè, che la zona di rocce della quale abbiamo discorso appartiene al lias supe-

¹ L. BOMBICCI, *Corso di mineralogia*, edizione I. Bologna, 1862.

riore, e questo è convenuto da tutti. Fuori del Monte Pisano, non mancano rocce corrispondenti, anche litologicamente, a queste.

Nel promontorio occidentale della Spezia, al disopra del calcare con selce liassico medio, sono degli schisti rasati di vario colore, nei quali il CAPELLINI ritrovò la *Posidonomya Bronni*; questo medesimo fossile fu per la prima volta ritrovato e indicato dal COQUAND entro schisti di apparenza e di positura analoga, a Campiglia in Maremma: non v'ha dubbio perciò che questi strati, simili a quelli del monte Pisano, appartengono al lias superiore. Nelle Alpi Apuane, finora è stato trovato quel fossile, per quanto io mi sappia, in un solo punto della elissoide di Avane, nei colli di Repole, entro i soliti schisti varicolori posti fra il lias medio ed un calcare con selce più recente, non analogo a quello che sta sopra gli schisti a *Posidonomya* e le altre rocce descritte nel Monte Pisano, ma identico a calcari che ricoprono negli altri luoghi delle Alpi Apuane e dell' Apennino settentrionale rocce corrispondenti. Fuori dei colli di Repole, nelle regioni adiacenti, la *Posidonomya* non è ancora stata trovata; mi limiterò perciò ad indicare l'apparenza litologica delle rocce, la quale però, insieme colla identità della postura stratigrafica, è sufficiente a dimostrare la eguaglianza dell'epoca geologica coll'insieme degli strati a *Posidonomya Bronni*. In un altro punto adunque dell'elissoide di Avane, nella vallecchia di Balbano, separata da uno stretto e basso crinale dai colli di Repole, si ha inferiormente una serie di quarziti molto ricche di silice, biancastre o leggermente rosee, o celestognole, divisibili facilmente in duri frammenti, simili a quelle già accennate del Castel Passerino nel Monte Pisano, e al di sopra un insieme di schisti verdognoli alternanti con calcari schistosi di eguale colore, simili a quelli di presso Rigoli, ricoperti dal calcare con selce sopra accennato. Lungo la Torrite di Galliciano nell'alto, presso Bruciano nella chinata a N.E. delle Alpi Apuane, tra il solito calcare del lias medio, e gli altri più recenti, si hanno degli strati calcarei, cerulei, o verdolini, o rossastri, e degli schisti pure rossi o verdi, cui si aggiunge la solita arenaria micacea cenerina, somigliante al macigno, corrispondente al lias superiore del Monte Pisano. Queste rocce schistose e calcaree rosse e verdi, assumono sviluppo nel lato orientale delle Alpi Apuane, fra la valle di Galliciano ed il Ponte a Moriano, e si possono facilmente riscontrare in molte delle valli o de'canali che solcano quella chinata, p. e. nei canali di Bolognana o della Torrite Cava che scendono nel Serchio, come pure lungo la riva destra del Serchio, dal Borgo in giù presso la via nazionale sulla destra del Canale di Val d'Ottavo, dove sono prevalentemente schisti di vario colore, diasproidi e ftanitici o semplicemente argillosi, e quarziti. Quivi questi strati formano la roccia visibile più profonda. Nelle pendici occidentali delle Alpi Apuane, nella valle di Camaiole, fra Nocchi e Torcigliano, si stendono degli schisti e delle quarziti di epoca uguale, ricche di ossido di manganese, tanto che ne furono fatte delle scavazioni apposite.

Fuori delle Alpi Apuane, nel vero Apennino, credo che il luogo più settentrionale nel quale si trovano rocce simiglianti, sia la Val di Nievole, dove ne compariscono due lembi, a Montecatini l'uno, a Monsummano l'altro; quivi prevalgono i calcari schistosi, lisci, ad ampie superfici piane, verdi o rosso-vinati, e la parte calcarea predo-

mina talmente da formare un vero marmo rosso adatto come pietra monumentale; non vi mancano tracce oscure di fossili; gli schisti lionati accompagnano poi qua e là il calcare medesimo. A Monsummano, questa zona ricopre a mantello il calcare con selce che forma la roccia più interna sotto la quale, appena in una piccola cava, apparisce il calcare rosso del lias inferiore. A Montecatini, ai piedi del colle, a monte delle Terme, non comparisce altra roccia sottostante. Nell'Alpe di Corfino non ho mai trovato alcuna roccia che si possa ritenere corrispondente al lias superiore, sicchè non viene confermato il dubbio manifestato dal MENEGHINI, come dice lo ZITTEL,¹ che un simile terreno ivi esistesse, avendo egli ricevuto come proveniente di là un *Ammonites* proprio del lias superiore. In un altro dei lembi della così detta Catena Metallifera, il quale colle Alpi Apuane e col Monte Pisano più si accosta all'Apennino, cioè nel Monte di Cetona, ritroviamo di nuovo, al solito posto, schisti ftanitici o non ftanitici, e calcari marnosi, rossastri, i quali contengono numerosi fossili, scoperti dal DE VECCHI² e studiati dal MENEGHINI, che mostrano l'epoca di quei terreni essere liassica superiore ed analoga a quella della calcaria rossa di Lombardia. Finalmente se dal Monte di Cetona ritorniamo al prossimo Apennino centrale, rivediamo sopra al lias medio, marne e calcari rossi, forse non molto differenti da quelli dell'Apennino settentrionale, del Monte Pisano, delle Alpi Apuane, ricchi di fossili ben conservati, scoperti e studiati principalmente dall'ORSINI, dallo SPADA, dallo ZITTEL, e dal MENEGHINI, appartenenti in modo non dubbio al lias superiore, e simili, come quelli di Cetona, ai fossili del calcare rosso liassico superiore lombardo: secondo lo ZITTEL, le analogie maggiori sarebbero particolarmente colla zona più recente del lias superiore.³

Tornando sui nostri passi, abbiamo descritta brevemente una serie di rocce, la quale nei vari luoghi dove l'abbiamo considerata sembra appartenere ad una medesima epoca e ad un solo insieme. Gli schisti varicolori a *Posidonomya* del Monte Pisano, di Campiglia in Maremma, della Spezia, e di Repole, non vi ha dubbio che appartengano al lias superiore; per altro lato vi appartengono senza dubbio i calcari rossi di Cetona e dell'Apennino centrale. Si è creduto per lungo tempo, non avendo posta grande attenzione alla apparenza litologica dei calcari schistosi, che la forma delle rocce schistose indicasse un aspetto del lias superiore, diverso da quello rappresentato dalla forma calcarea dell'Apennino, e questo fatto dava alquanto a pensare. Ma dopo che meglio sono stati considerati gli aspetti litologici delle rocce, dopo che le osservazioni sono state estese a nuovi luoghi, deve riconoscersi, mi pare, che la forma litologica del calcare dell'Apennino non manca in eguale positura stratigrafica e con simili rapporti geologici in molte ed estese regioni della Catena Metallifera, e che si ha forte ragione di dubitare che le forme de' nostri calcari rispondano appunto a quelle del lias superiore dell'Apennino centrale e della Lombardia.

Per quel che riguarda la storia geologica dei terreni descritti nel Monte Pisano, diremo, che, riconosciuti come veri e propri terreni stratificati, erano però confusi in

¹ ZITTEL, *Geognostische Beobachtungen aus den Central-Apenninen* (Benecke, geogn. poläont. Beiträge Bd. p. 172, nota 2).

² PILLA, *Sur le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie* (Bull. Soc. geol. Franc. Ser. 2, tomo IV). 1846.

³ ZITTEL, *Geogn. Beob.*, p. 133-34.

un'epoca sola insieme cogli altri, e compresi col nome generale di *Macigno*, ritenendo il SAVI ed il GUIDONI e gli altri, che i calcari cristallini e metamorfici, definiti allora col nome di *dolomitici*, fossero penetrati a modo di dicche eruttive entro al *Macigno* sud-detto (1829-30).¹ Anche quando i calcari che poi vennero attribuiti alle epoche triassica, infraliassica e liassica, furono riconosciuti come veri e propri terreni sedimentarii, il SAVI conservò sotto il nome solito di *Macigno* i terreni schistosi e calcarei poco alterati, sovrastanti, considerandoli come un lembo dell'epoca secondaria (1832).² Più tardi questo *Macigno*, senza distinguere al solito i varii terreni che lo componevano, fu dal SAVI considerato come rispondente all'arenaria verde e ritenuto come questa cretaceo superiore (1833).³ Però i nostri schisti a *Posidonomya* dopo non molto tempo erano staccati dalle altre rocce, ed essendo sottoposti ad un calcare con selce, che il SAVI, ritenendo ben distinto dai calcari riferiti al così detto lias apenninico, aveva attribuito alla creta inferiore, essi schisti divenivano insieme con quel calcare cretacei inferiori (1843).⁴ Il COQUAND, cui deve molto la geologia toscana, ritrovava nei medesimi a Campiglia la *Posidonomya Bronni*, e riconosceva perciò che in quel luogo essi appartenevano al lias superiore (1845); la qual cosa però non induceva il SAVI a cambiare il posto geologico degli schisti analoghi del Monte Pisano, conservati insieme col calcare con selce sovrastante nella creta inferiore, e designati d'allora in poi colla denominazione di *schisti varicolori* (1846, 1847).⁵ Invece il PILLA riponeva questi *schisti varicolori* nel *giura superiore* (1846).⁶ Finalmente il SAVI ed i MENEGHINI li consideravano come facenti parte dell'epoca oolitica, e prendevano quelli del Monte Pisano come tipo, paragonandovi altre rocce schistose delle Alpi Apuane e di altre parti della Catena Metallifera, che però più tardi vennero tutte riconosciute come diverse e spettanti ad epoche più antiche di quella degli strati tipici del Monte Pisano (1851). Il CAPELLINI, che aveva scoperto a Gambasana nel Monte Pisano, a Repole nelle Alpi Apuane, ed alla Spezia, la *Posidonomya Bronni*, riconobbe che questi strati del Monte Pisano e degli altri luoghi indicati erano liassici superiori (1862); sulla quale conclusione finale non si può ora nulla ridire. Da questa storia debbono essere esclusi, come facilmente s'intende, i calcari e gli schisti degli altri luoghi prima d'ora non accennati e qui attribuiti al lias superiore, perchè, ripeto, non erano distintamente riconosciuti, o venivano tutti insieme confusi con altre rocce di un'epoca diversa.

¹ P. SAVI, *Lettera al signor Girolamo Guidoni di Mussa Ducale contenente osservazioni geologiche sul Campigliese* (N. Giorn. lett. T. XVIII p. scient.) 1829. — *Seconda lettera geognostica al signor Girolamo Guidoni concernente il Barghigiano, la Garfagnana e il Pietrasantino* (N. Giorn. lett.) 1829. — *Sul mischio di Serravezza, roccia plutonica* (N. Giorn. lett. T. XIX parte scient.) 1830. — *Catalogo ragionato d'una collezione geognostica contenente le rocce più caratteristiche della Toscana* (N. Giorn. lett.) 1830.

² P. SAVI, *Oss. geogn. sui terr. ant. tosc.* (N. Giorn. lett. T. XXI, p. scient.)

³ P. SAVI, *Tagli geologici delle Alpi Apuane e del Monte Pisano e cenni sull'isola d'Elba* (N. Giorn. lett., T. XXII, p. scient.)

⁴ P. SAVI, *Sopra i carboni fossili delle maremme toscane.*

⁵ P. SAVI, *Cost. geol. M. Pisani*, 1846. — *Considerazioni sulla struttura geol. delle montagne pietrasantine*, Massa, 1847.

⁶ L. PILLA, *Distinzione del terreno Etrusco tra i piani secondari del Mezzogiorno d'Europa.*

CAPO IV. — DEI TERRENI PROBABILMENTE RIFERIBILI AL GIURA SUPERIORE
ED ALLA CRETA INFERIORE.

Dei terreni esaminati fino ad ora, si può dire che varie cose nuove sono state scoperte negli ultimi tempi, e che già sono fra noi discretamente conosciuti: non altrettanto si può dire del terreno che ora passiamo a studiare, il quale nel Monte Pisano ricuopre le rocce del lias superiore. È costituito quasi esclusivamente da calcari, e si estende, in sette piccoli lembi, isolati e staccati per opera della denudazione, nelle pendici ultime del Monte di Gambasana e del Monte Maggiore, in basso verso il Serchio, mentre poi nel lato N. O. di quest'ultimo monte, esso forma una cintura continua sino alla pianura lucchese, dove, come tutti gli altri terreni, rimane rotto in tronco. I sette lembi anzidetti si trovano presso Corliano, presso Rigoli e presso Pugnano, due sulla sinistra della valle delle Mulina, uno alle Mulina, ed uno a destra della valle dietro la Villa Borghi. Nel Monte Maggiore alle estremità del colle, di fianco alla Villa Roncioni è coperto dal Macigno direttamente, ma comparisce poi di nuovo, per breve tratto, in un ultimo lembo verso il piano (V. fig. *A* più avanti).

Il calcare è di rado finamente compatto, di grana uniforme, di colore ceruleo-chiaro; più di frequente è ceruleo-cupo, compatto o brecciforme, con frammenti più scuri persi in una pasta più chiara, e talora traversato da molte venature spatiche, o costituito da minuti frammenti di fossili, per ora assolutamente indeterminabili e che appaiono come punteggiature spatiche più chiare o più scure del calcare. Una delle sue apparenze ordinarie è pure quella di calcare dolomitico, cenerognolo, la cui natura magnesiacca apparisce anco senza bisogno di analisi diretta dal modo nel quale esso subisce l'azione delle acque esteriori, affatto simile a quello le cui tracce appariscono nelle dolomiti del Tirolo e delle grandi Alpi. Forse in rapporto colla natura dolomitica del calcare, in questi casi, come in quello dei calcari infraliassici, è il fenomeno della cavernosità, che non di rado s'incontra coi medesimi caratteri già altrove descritti, ed in particolar modo nella valle delle Mulina, forse per effetto della maggiore quantità di acque che ivi ha traversata la roccia. A cagione di questa speciale modificazione, il SAVI citava il calcare di cui ora si parla, come esempio di calcare eruttivo,¹ e vedendolo qui nel Monte Pisano, rinchiuso fra rocce che egli riteneva neocomiane, dubitava che neocomiani pure fossero tutti i calcari cavernosi delle Alpi Apuane e di altri luoghi della Catena Metallifera, i quali poi si scoprirono per la maggior parte, essere infraliassici, e regolarmente stratificati, anzichè eruttivi o profondamente trasformati. Qualche volta col calcare compatto alternano degli straterelli alquanto schistosi, con impronte forse di bivalvi; nella zona inferiore poi, immediatamente al di sopra delle

¹ P. SAVI e G. MENEGHINI, *Considerazioni*, ecc. Appendice, pag. 502.

rocce schistose liassiche, si hanno delle alternanze di veri schisti in stratificazione sempre concordante colle masse inferiori, sì che si potrebbe dedurre la prova di un passaggio, e di una non lunga differenza di età, fra il terreno liassico superiore e quello di cui ora discorriamo. Negli strati superiori del Monte Maggiore, dove più abbondano le tracce dei minuti fossili, sono dei banchi o mandorle di selce opaca biancastra o grigia.

Tra i minerali che si possono citare nel nostro calcare, vi ha l'Albite, al solito in minuti cristalli, di presso Rigoli, e la Calcopirite, colla Malachite derivante dall'alterazione della medesima, che formano delle vene e dei nodi nella Val Ferraia, al di sopra delle Mulina.

Avendo il dott. PERUZZI fatte alcune sezioni del calcare del Monte Maggiore, ed esaminatele al microscopio, vi trovò evidenti tracce di numerosissimi resti organici, e di foraminifere; ma di queste non ne fu determinata ancora veruna.

Mancando perciò la determinazione dei fossili, non si può direttamente stabilire l'epoca del terreno di cui si tratta; tenteremo di far questo per mezzo di paragoni indiretti con le rocce delle regioni circostanti.

Nell'Apennino centrale, sopra al lias superiore, succedono il Dogger inferiore, e dopo un salto di epoche geologiche, il Titoniano ed il Neocomiano.¹ Sembra che per ritrovare delle rocce analoghe più a settentrione, faccia d'uopo passare a dirittura alle Alpi Apuane ed al prossimo Apennino della Val di Lima, dopo della quale stazione bisogna fare un altro lungo passo fino alle Alpi Lombarde.

Nell'Apennino settentrionale, agli stretti di Giarreto nella Val di Magra, al di sotto di rocce eoceniche e cretacee, delle quali discorreremo nei capitoli seguenti, apparisce un calcare ceroido roseo o verdognolo, con *Aptychus punctatus* Wolf, con altri Aptici, e con Belenniti che, secondo il parere dello ZITTEL,² confermato poi anche dal MENE- GHINI, appartengono al Titoniano. Quivi, non si vede allo scoperto altra roccia più antica; ma nella regione orientale e meridionale delle Alpi Apuane, lungo la Val di Serchio, fra la Torrita di Gallicano e l'elissoide delle Avane presso la valle di Ripafratta, si vedono rocce simili a quella di Giarreto, quindi verosimilmente titoniane, od altre più recenti, riposare a dirittura sul Lias superiore.

Nell'elissoide delle Avane, al lias superiore, succede in banchi molto grossi, un calcare ceruleo chiaro, ovvero scuro, con banchi fitti e continui di selce, il quale fu già conosciuto dal SAVI che lo poneva nel Neocomiano,³ e che nelle parti superiori, verso Massaciucoli termina alternando con una roccia calcarea frammentaria zeppa di foraminifere e di fossili infranti che poi forma superiormente dei grossi strati da sè, corrispondenti ad altri del Monte Pisano, dei quali in breve parleremo. Gli stessi calcari con selce assumono una grande estensione nel lato orientale e meridionale dell'elissoide maggiore delle Alpi Apuane, fra la Torrite di Gallicano e la valle di

¹ ZITTEL, *Geognostische Beobachtungen*.

² I. COCCHI, *Di un lembo di terreno titoniano in Val di Magra* (Boll. R. Com. geol. 1870, N. 9 e 10). — ULDERICO BOTTI, *Sulle rocce impastate entro al serpentino* (Boll. R. Com. Geol. 1875, N. 3 e 4).

³ P. SAVI e G. MENECHINI, *Considerazioni sulla geologia strat. della Toscana*, parte I, cap. VI; parte II, cap. III.

Camaiore, giungendo lungo la valle principale del Serchio fino all'altezza complessiva di poco meno di 3 o 4 chilometri. La strada nazionale lungo la valle del Serchio, traversa in tutta la sua lunghezza, da poco sotto Sesto fino quasi al Borgo, l'anticlinale che essi formano, e che è solcato dal Serchio; sicchè una buona metà rimane a far parte geograficamente delle Alpi Apuane, mentre una piccola porzione resta dal lato dell'Apennino. La strada nazionale suddetta ritrova il calcare, a più riprese, anco nel tratto fra il Borgo e Galliciano; tutte le vallecole poi che discendono nel lato destro del Serchio, lo traversano perpendicolarmente alla sua altezza, e palesano gli strati che vi sono sottostanti, fino al trias, come nella valle di Galliciano, e fino all'infralias, come nelle valli della Torrite Cava e della Pedogna. In questo lungo tratto di paese, al di sotto del calcare, supposto dal MURCHISON, con probabilità di ragione, Neocomiano, sta un calcare ceroido roseo o verdognolo, con tracce poco distinte di fossili, analogo a quello di Giarreto in Val di Magra, che perciò attribuisco al Titoniano e al lias superiore. Sulla sinistra della valle di Galliciano, nell'alto, fra Bruciano e Vergemoli, fa parte di quella zona un calcare pieno di fossili minuti, e cavernoso, simile quanto mai a quello del Monte Pisano. Tutti i calcari con selce menzionati hanno moltissima analogia con quelli pisani, e questa analogia, anzi spesse volte identità di caratteri litologici, come pure l'eguaglianza della posizione stratigrafica, fanno supporre con ragione che si tratti di un terreno uguale, o tutt'al più di forme litologiche alquanto diverse di un terreno solo. Come si è detto, lo ZITTEL notò la presenza del terreno Titoniano in Val di Magra, il MURCHISON ed il SAVI, per la somiglianza coi terreni Neocomiani della Lombardia e dell'Italia centrale, ritennero della stessa epoca i calcari della Val di Lima, delle Avane (monti oltre Serchio), e dei Monti Pisani, non essendo gli altri per allora noti. Io, per ora, seguirò gli autori mentovati, e considererò il terreno esaminato nel Monte Pisano come rappresentante dell'epoca Titoniana e Neocomiana, sebbene non sia improbabile che studiandoli meglio si abbiano a cambiare le opinioni ad essi relative.

Nell'Apennino settentrionale finalmente, nelle elissoidi di Prato Fiorito, e di Vico e Lucchio in Val di Lima, comparisce, come roccia più profonda, il solito calcare roseo o verdognolo, simile a quello ritenuto qui Titoniano, donde proviene una ammonite finora non determinata; superiormente sta il solito calcare con selce, ritenuto per Neocomiano anche dal MURCHISON,¹ quando la prima volta ve lo studiò, dietro l'osservazione di una rozza impronta di *Crioceras*, e dietro la sua analogia col calcare certo Neocomiano dell'Apennino centrale e delle Alpi Lombarde.

¹ RODERICH MURCHISON, *On the geological structure of the Alps, Apennines, and Carpathians*, parte III, § 3.

CAPO V. — DEI TERRENI DELLA CRETA MEDIA, E PARTICOLARMENTE DEI GALESTRI
OSSIA DELLE ARGILLE SCAGLIOSE.

Nella Toscana e nelle regioni limitrofe, la creta è rappresentata, superiormente, a contatto immediato col calcare nummulitico dell' eocene inferiore, da una zona di alberesi, di schisti argillosi lucidi, e di arenarie, la qual zona di terreni confusa di solito coll'eocene, si estende moltissimo, come diremo nel capo seguente, nei contrafforti secondari laterali al crinale maggiore dell'Apennino, dalla parte del Tirreno. Al disotto di questa zona rappresentante la creta superiore, si trovano altri terreni cretacei. Questi nel Monte Pisano, sono costituiti da argille galestrine, ossia scagliose, e da calcari cretosi compatti, che formano lenti, e banchi, con estensione e con spessore variabili. Altrove, si trovano pure delle arenarie. La serie inferiore degli strati, nel Monte Pisano, al di sopra dei calcari del Monte Maggiore è schistosa; la serie superiore, al disotto del Macigno di Ripafratta, è calcarea.

I calcari sono cerulei-chiari, compatti, con vene spatiche, o con punteggiature di colore più chiaro o più scuro, e con faccette spatiche abbondanti, talchè il SAVI li appellò *calcari screziati*; queste loro apparenze derivano dall'impasto di una quantità di minutissimi fossili, che concorrono a formarli, a guisa di una creta tenacemente saldata dal cemento calcareo, nello stesso modo che vedemmo accadere negli strati calcarei sottostanti del Monte Maggiore, i cui elementi però sembrano più fini e più minuti. Ad occhio nudo non riesce distinguere gran cosa, nemmeno sulle superfici esposte alle intemperie, eccetto che delle apparenze di foraminifere, le quali talvolta furono considerate come nummuliti, ed osservate nel calcare di Ripafratta, fecero ritenere questo come nummulitico eocenico; avendole però rivedute il MENEGHINI, devesi escludere che questi fossili sieno nummuliti, ed il calcare che li racchiude, e che forma la zona superiore, al Belvedere presso Ripafratta ed in altri estremi lembi, lungo la via ferrata sul colle a sinistra del Rio di Cerasomma, deve essere considerato come appartenente ad epoca più antica della nummulitica. I banchi dei nostri calcari sono ben distinti, assai grossi ed alti: spesso raddrizzati ed anche molto scontorti senza che però venga mai meno la concordanza reciproca degli strati. Alcune cave aperte, p. e. verso Cerasomma e presso Ripafratta, servono a produrre pietra da calcina, o da massicciate. Secondo un'analisi dello STAGI¹ il calcare di Ripafratta è composto come segue:

Anidride carbonica	36.940
Calce	44.800
Magnesia	1.170
Silice	7.900
Allumina	4.150
Acqua	1.380
Anidride fosforica	0.009
Ossido di ferro	1.600
Totale	97.949

¹ F. STAGI, *Ricerche chimiche sui calcari*, ecc. (Atti Soc. Tosc. di scienze nat., vol. II, pag. 82).

Gli schisti sono di quelli soliti, che in Toscana distinguono, anche in vernacolo, col nome di Galestro o di argille galestrine, nell'Emilia, col nome di Argille scagliose, ed altrove col nome di Scaglia. Tutti questi nomi, abbastanza espressivi di per sè, sono sinonimi fra loro, denotando una roccia non compatta che facilmente si rompe e si divide in minute scaglie; tutti perciò potrebbero essere adottati, ma però la diversità della denominazione data ad una roccia unica e sola, secondo i varii luoghi nei quali essa si trova, produce molte confusioni ed errori, facendo credere che, com'è differente il nome, così sia differente l'oggetto cui esso si riferisce. Perciò mi sembra opportuno che i geologi convengano in un appellativo unico: quanto a me preferirò il nome di Galestro o di Argille galestrine, perchè più antico, e a più antico tempo adottato nella scienza, avendolo anche adoperato il TARGIONI, e perchè il popolo toscano l'adopera nell'indicare date rocce argillose o schistose. La denominazione di Argille scagliose, non la preferisco perchè, sebbene alluda alla stessa qualità della roccia, pure è assai recente, essendo introdotta dal BIANCONI nel 1840.¹ Quando adunque io parlerò delle argille galestrine o dei galestri, intenderò anche riferirmi alle *argille scagliose* dell'Emilia ed alla *scaglia* dell'Apennino centrale: della *scaglia* delle Alpi non parlo, perchè non la conosco di veduta, sebbene per la descrizione che se ne dà, e per essere ritenuta eguale alla scaglia dell'Apennino centrale, sembri non molto differente nell'aspetto litologico, come vedremo, non esserlo, probabilmente, nemmeno nell'epoca, dalle altre rocce dell'Apennino, ora indicate.

Adunque, nel Monte Pisano, come altrove, questi schisti galestrini sono argillosi, in generale non compatti, ma divisibili in minuti frammenti a guisa di squame o di prismi, piuttosto sterili e con molta tendenza a frantumarsi. Il colore predominante è il rosso ocraceo più o meno intenso; ma non mancano le tinte verdognole, nerastre e lionate. Vi sono frequenti penetrazioni di Acerdese, a seconda dell'andamento degli strati; e qualche volta, con questi, alternano dei banchi di selce nera simile a diaspro, nè manca il diaspro rosso con vene bianche secondanti gli strati, simile a quello fiorito di Barga e di altri luoghi. Gli strati sono sempre ben distinti, e discernibili oltre che dai piani di divisione anche dalla diversa colorazione e dalla diversa natura degli elementi: qualche volta sono molto scortorti e pigiati. Varie fucoidi vi ho ritrovate, anche dove gli strati erano più galestrini, presso la torre del Belvedere a Ripafratta. Ecco un'analisi di schisto galestrino, rosso, piuttosto compatto, del Monte Maggiore, fatta gentilmente dai sigg. FUNARO e MARTINI nel laboratorio di chimica farmaceutica della R. Università di Pisa:

Acqua	1,000
Silice	65,000
Ossido ferrico	11,985
Allumina	13,050
Calce	6,200
Magnesia	1,685
Anidride carbonica	1,000
Perdita	0,080
Somma	100,000

¹ G. BIANCONI, *Storia naturale dei terreni ardenti*, Bologna 1840.

Il SAVI nella sua Carta geologica, e nelle descrizioni relative, considerava il calcare di Ripafratta come nummulitico eocenico, gli schisti a sinistra del Rio di Cerasomma come galestri eocenici, staccandone una piccola porzione, presso Ripafratta, che riuniva col Macigno, e ritenendo che formassero degli strati fra il calcare sunnominato di Ripafratta ed il Macigno dello stesso luogo; finalmente lasciava nella Creta, e considerava come uguali a quegli schisti che altrove alternano colla Pietra forte, gli schisti galestrini posti tra il calcare di Ripafratta e quello del Monte Maggiore. Queste diverse rocce però, formano tutt'una cosa e debbono essere attribuite ad un'epoca sola.

Il calcare a foraminifere, non era stato notato ancora come appartenente all'epoca cretacea, nel Monte Pisano, nè altrove, sebbene sia frequente, e sebbene varie volte sieno stati accennati dei calcari che però son detti senza fossili, insieme coi Galestri e colla Pietra forte. La Pietra forte che è una arenaria micacea, compatta, calcarea, ricca di fossili, è molto estesa nell'Apennino fiorentino, dove, come notò pure il COCCHI, ¹ sembra segnare un orizzonte appartenente in gran parte alla creta superiore, sebbene non manchi anche nel terreno immediatamente sottostante. Le argille galestrine poi si estendono molto nell'Apennino centrale e meridionale, formandone le parti più interne, e comparendo nelle cupole e negli anticlinali scoperti e snudati; vi sono conosciute col nome di *argille scagliose* applicato loro dal BIANCONI, dallo SCARABELLI e da altri, o con quello di *scaglia* che dà loro lo ZITTEL, e non vi mancano dei fossili assai importanti, i quali debbono essere riveduti e ristudiati; ma intanto sono riferiti alla creta superiore ossia al Senoniano. Nella Toscana, prescindendo dall'asse principale dell'Apennino, esse compariscono parecchie volte nelle Maremme, nelle isole, e nelle provincie di dentro terra, formando delle zone distinte, ovvero adagiandosi sopra rocce più antiche, p. e. sul lias medio, come nelle Cornate di Gerfalco, e sul lias superiore, come nella Val di Nievole a Monte Catini ed a Monsummano. Sembra che non manchi neppure il calcare a foraminifere, per quanto almeno si può dedurre dalla descrizione che il MENEGHINI ² fa di un calcare « bianco a rilegature spatiche, sulla superficie del quale appariscono dei rilievi i quali si vedono rappresentare incomplete e frammentarie sezioni di conchiglie e di molti fossili. » Questo calcare secondo ciò che dice il MENEGHINI, si trova fra la Cornata di Gerfalco e le Carline, interposto fra gli schisti varicolori ed i galestrini inferiori. Forse a questo stesso orizzonte si deve riferire quel calcare scoperto dal LOTTI nel Poggio di Montieri e da lui considerato come nummulitico, mentre è sottostante, per quel che pare, agli alberesi della Creta superiore. Più di frequente i galestri si trovano in grandi masse, nelle quali però non sono ancora stati indicati dei fossili, nelle elevazioni apenniniche secondarie, che qualche volta furono indicate come facenti parte della così detta *Catena serpentinoso*. Spesso assumono la forma di ftaniti più o meno indurite, e di diaspri, rossi, verdi, neri, turchini o d'altro colore; e trovando cotali rocce silicifere nella vicinanza delle ser-

¹ I. COCCHI, *Lezioni sulla geologia dell'Italia centrale*, pag. 7.

² G. MENEGHINI, *Descrizione della carta geologica della Provincia di Grosseto*. (Statistica della Provincia di Grosseto, pag. 393), Firenze, 1865.

pentine, furono quelle apparenze attribuite all'opera trasformatrice di queste ultime rocce anche là dove esse mancavano del tutto; l'epoca loro poi fu ritenuta dal SAVI qui come altrove, essere per lo più eocenica. Non parlerò ora de' rapporti nei quali quelle rocce stanno colle serpentine; nè starò ad esaminare se proprio sieno dovute all'opera trasformatrice di queste; quanto all'epoca, considerando che i loro rapporti stratigrafici non sono punto diversi da quelli che si trovano in quelle rocce in altri luoghi, e che sempre stanno sottoposte agli strati veramente eocenici, anzi a quelli eziandio della creta superiore, sembra conveniente riferirle là come altrove all'epoca cretacea media anzichè all'eocenica. Se ora passiamo alle Alpi Apuane ed all'Apennino settentrionale, dirò che le argille galestrine nella prima delle indicate giogaie, sebbene conservino caratteri ben distinti e spiccati appetto alle altre rocce, pur si trovano in banchi piccoli e limitati, e soltanto nella metà più orientale e meridionale; sono invece molto sviluppate, non meno che nella Toscana centrale, nella seconda di quelle catene montuose; quasi da per tutto poi sono accompagnate dal calcare a foraminifere che forma anche dei banchi grandiosi a sè, e spesso vi ritroviamo insieme la pietra forte; non mancano i fossili, aspettando soltanto che alcuno li raccolga in buon numero e accuratamente li studii. Per cominciare dalle Alpi Apuane, nell'elissoide delle Avane, abbiamo veduto che il calcare con selce nella sua parte superiore, alterna con straterelli di un calcare con frammenti schistosi, con foraminifere, e con apparenze di altri fossili, analogo a quello del Monte Maggiore nel Monte Pisano già attribuito al Neocomiano, ed al Giura superiore; al disopra vengono i galestri rossi o giallicci contenenti di frequente banchi del calcare screziato con foraminifere; questa serie di rocce finisce con un calcare screziato zeppo di fossili pur esso e ricoperto dal macigno, probabilmente rispondente al calcare screziato superiore di Ripafratta. Non lungi da Ripafratta poi, ma sulla parte opposta del Serchio, il calcare screziato forma una piccola e bassa cupola, isolata nel piano, a ridosso dell'elissoide delle Avane a Nozzano.

Sulla sinistra della Freddana, a mezzogiorno della elissoide maggiore delle Alpi Apuane, nelle vallecole circostanti a S. Martino in Freddana, ricompaiono le argille galestrine ed il calcare screziato, il quale si estende anche sulla destra della Freddana, in un punto dirimpetto all'Osteria, rimanendo ivi direttamente sottostante al Macigno, e perciò in posizione identica a quella del calcare di Ripafratta.

Nella parte inferiore della Val di Serchio, poco sotto al Ponte a Moriano, presso Sesto, le argille galestrine appaiono al disopra del calcare con selce neocomiano, quindi vengono grossi banchi di calcare screziato fossilifero, poi l'alberese cretaceo superiore ed il Macigno eocenico. Al Borgo di Lucca, immediatamente al disopra di un calcare con selce, sta senz'altro il calcare simile a quello del Monte Maggiore colle solite foraminifere spesso ben distinte; sembra che taluni banchi di esso alternino cogli strati superiori del calcare compatto con selce ed infine con questo sembra lo si debba attribuire al giura superiore ed alla creta inferiore. La massa calcarea raggiunge una estensione ragguardevole ed è ricoperta di galestri in sottili strati ben visibili, p. e., al Ponte della Maddalena, i quali poi entrano sotto al Macigno, senza l'in-

termezzo, per quanto pare, di calcari nummulitici nè di altri strati calcarei. Le medesime circostanze si ritrovano nei canali di Bolognana e della Torrite Cava che hanno foce sulla destra del Serchio, e con poca diversità si rinnovano in tutto quel tratto delle Alpi Apuane che sta fra il Monte di Volsci e la foce del Serchio nella pianura pisana; tutta questa regione delle Alpi Apuane è riservata allo sviluppo dei terreni meno antichi, i quali vi raggiungono, come già ho avuto occasione di dire, una grande estensione. Dal piccolo Canale di Rontano, che scende sulla sinistra della Torrite Secca poco sopra Castelnuovo, fino al crinale sinistro della Torrite di Galliciano, quindi attraverso alla valle principale della Torrite Secca ed al Canale di Sassi, si estende da solo in una zona abbastanza alta e senza l'accompagnamento delle argille galestrine, il calcare screziato fossilifero, ed è quello uno dei luoghi ove esso merita maggiormente di essere studiato. Ad una delle estremità, nel Canale di Rontano, esso riposa sul calcare con selce del lias medio; nel fondo della Torrite e nel Canale di Sassi sta sullo schisto e sul calcare ceruleo cupo, fossilifero, del lias inferiore; all'altra estremità, presso Bruciano, sta sugli schisti e sui calcari rossi del titoniano e del lias superiore. Si ha così un esempio stupendo ed evidente di quella sconcordanza di strati, che è del resto sì frequente fra le rocce dell'epoca che ora studiamo e le altre più antiche; la quale sconcordanza non sarebbe palesata, a primo aspetto, dall'apparenza degli strati di cui tanto i superiori come gl'inferiori hanno direzione ed inclinazione costantemente uguale. Ma tornando al nostro calcare screziato, tanto a Sassi, come a Torrita, e nei luoghi intermedi, lo troviamo ricoperto da scogli di vero calcare nummulitico eocenico, e dal Macigno, la qual cosa è importante per la determinazione dell'epoca di esso.

Alla Spezia, i diaspri ed i galestri, insieme alla pietra forte, nella quale furon trovati l'*Ammonites peramplus*, ed altri fossili appartenenti all'epoca cretacea, si estendono nel promontorio orientale. Passando all'Apennino settentrionale, ligure, dell'Emilia, e della Toscana, comincerò a notare le alternanze di galestri, di diaspri, e di calcari che probabilmente son simili a quelli con foraminifere più volte accennati, le quali si trovano a Giarreto o Giaredo nella Val di Magra, e formano una porzione degli strati, sotto al Macigno eocenico, e sopra ai calcari con Aptyci del titoniano. Nella Val di Vara, alla Rocchetta e in due altri luoghi nella Val di Serchio, cioè a Barga ed a Montefegatesi, paesi non molto distanti l'un dall'altro, si vedono i medesimi strati di Giarreto. Anche a Barga gli strati formano la porzione più interna del monte, lungo la Corsona, e si trovano, dall'alto al basso, al disotto del Macigno eocenico e del calcare alberese cretaceo superiore, nell'ordine seguente. Prima sono gli schisti galestrini con banchi interrotti di calcare grigio o verdastro; poi viene la formazione dei diaspri formata da una serie di straterelli calcarei, schistosi e silicei, alternanti molto regolarmente ed a brevi distanze. Il calcare è rossiccio o grigio; nelle parti inferiori contiene abbondanti foraminifere, e si compone anco di frammenti minutissimi di calcare, di schisto e di selce, strettamente cementati: lo schisto è rossastro, e gli strati silicei sono composti di selce nera o di bellissimo diaspro fiorito; questo è totalmente siliceo, e costituito da sottilissime vene le quali seguono l'andamento degli strati, e sono strettamente pigiate e con-

nesse, alternativamente rosse epatiche, e bianche quarzose: non è improbabile che gli straterelli si formassero originariamente tali e quali, in seno di acque di quando in quando pregne di ossido di ferro e molto ricche di silice; certo essi non sono dovuti ad azione trasformatrice di serpentine nè d'altra simile roccia come si è fino ad ora ritenuto. Secondo l'ACHIARDI, queste stesse rocce, nella valle della Fegana, presso Montefegatesi, si troverebbero nella stessa posizione stratigrafica.¹ Le argille galestrine, insieme con lembi del calcare a foraminifere e della pietra forte, e sempre fossilifere, le ritroviamo, in parecchi lembi di qualche spessore, presso la cima dell'Apennino, su quel vertice al quale concorrono le valli del Serchio, della Magra, della Secchia, e dell'Enza. Quivi esse circondano, come a Gerfalco nelle Alpi Apuane, ed in tanti altri luoghi della catena metallifera, talune delle rocce più antiche, e stanno sempre all'esterno del calcare con selce liassico medio, a Mommio, a Soraggio, a Corfino, a Valbona, nell'Alta Valle dell'Ozola, all'Acquabuona, alla Costa dei Grassi, e per quel che pare anche a Sassalbo. Alla loro volta poi le ricuopre sempre il Macigno, e spesso il calcare nummulitico in iscoli isolati, p. e. a Corfino ed a Soraggio. In questi luoghi, i galestri si possono studiare meglio che non negli altri accennati fino a qui, poichè incominciano ad ottenere una estensione ed una potenza abbastanza grande, e qui pure hanno tutti quei caratteri pei quali i geologi dell'Emilia li presero come tipo delle loro argille scagliose, sebbene nulla abbiano di differente da altre rocce della Toscana finora nominate: un'importanza non minore, questi strati la ricevono dai fossili, sebbene non ancor esattamente determinati, i quali sono racchiusi, tanto nella pietra forte, come nei calcari, e nelle stesse argille più scagliose. Il COCCHI ha già parlato di queste rocce e dei fossili che racchiudono, fra gli altri dei denti di *Ptycodus* entro alle argille di Mommio nella valle di Magra; le cose non si presentano con aspetto diverso negli altri luoghi. Per l'utilità che ne può derivare dal paragone colla serie degli strati del Monte Pisano, che a Sassorosso sono riprodotti in piccolo, descriverò l'ordine dei medesimi dal Colle di Sassorosso fino al luogo detto Monte di Notte ed alla Strada Nazionale Modenese, a cominciare dai calcari con selce del lias medio. Si ha adunque: 1° un piccolo banco non alto di calcare screziato, alternante con veli di schisto argilloso, e contenente foraminifere, fucoidi, e corpi vermiformi, simili a quelli della pietra forte e del Macigno toscano. 2° Banco alto 3 o 4 metri di argille scagliose in straterelli abbastanza distinti, rossastre. 3° Banco alto 5 a 7 metri, ma non molto esteso, di calcare compatto, a foraminifere, talora penetrato di fitte vene di calcite, in strati ben distinti separati da tramezzi di schisti argillosi, lionati o verdognoli e qualche volta ancora ricoperti di un calcare verdognolo o grigio-chiaro, di grana uniforme e litografico. In un simile calcare di questo luogo, nella collezione DINI a Castelnuovo di Garfagnana, sono numerose impronte di ammoniti proprie della Creta. 4° Banco alto da più di 10 metri di argille galestrine o scagliose rosse-cerulee, verdi, o gialle, e talora anche calcarifere, non di rado molto raddrizzate ed inclinate in senso contrario a quello solito. Nelle argille grigie cerulee sono abbondantissime le fucoidi, la cui sostanza organica diede forse il colore alla

¹ A. D'ACHIARDI, *Mineralogia della Toscana*, V. I, pag. 105.

roccia. Queste argille sono come il solito friabilissime, o divisibili in minutissimi frammenti, e piuttosto spoglie di vegetazione; ma gli strati dove non accaddero frane sono ben visibili, e talora vi si distinguono dei banchi più compatti che fanno passaggio ad una ftanite o ad un nero diaspro. Vi sono molte lenti del solito calcare ceruleo, a quanto pare con fossili, e molto siliceo; altri banchi alternanti, sono formati di una arenaria verdolina o grigia, simile alla pietra forte, piena di rilievi e di vermicolazioni. 5° Scogli isolati di calcare nummulitico eocenico ricco di bellissime nummuliti e di altri abbondanti fossili. 6° Macigno eocenico che, quasi sempre, qui come altrove, si sovrappone direttamente alle argille galestrine o scagliose. Le stesse argille scagliose rosse, verdi, gialle citrine e cerulee, fossilifere come ho detto, alternano colla pietra forte, e col calcare fossilifero, talora ripieno di minutissimi cristallini di quarzo, a Soraggio e negli altri luoghi indicati. Numerose fucoidi e *Zoophicos* si trovano entro alle argille rosse o cerulee di questo luogo. Nelle pendici tirrene dell'Apennino settentrionale, i galestri formano eziandio lembi nella valle della Sestia che ha foce nella Lima, ed al passo delle Radici; quivi sono spesso nerastre, ricche di manganese con banchi di alberese, con glebe di aragonite, come nella parte più bassa dell'Apennino dell'Emilia; e vi alternano dei banchi di argille verdi o rosse, saponacee, che a primo aspetto si prenderebbero per serpentine o per gabbri. Specialmente nei banchi di colore ceruleo abbondano le solite fucoidi. Questi fatti si ripetono anche nella Liguria marittima. Se varchiamo più qua o più là il crinale apenninico, inoltrandoci verso la valle del Po, troviamo nel versante Adriatico la maggiore estensione delle argille scagliose, che formano la roccia più profonda della giojaia, e compariscono nell'interno delle cupole e degli anticlinali, per lunghe estensioni, tanto presso le sommità, come nei lembi più esterni adiacenti alla pianura. La serie loro è quasi continua dal Parmigiano, al Reggiano, al Modenese, al Bolognese, e giù giù fino in Romagna dove si connettono con quelle dell'Apennino centrale. Più a settentrione poi le si trovano nella valle del Tanaro e nelle altre valli piemontesi, in alcuna delle quali, se non erro, furono attribuite all'eocene; mentre non v'ha ragione di non considerarle come le altre. Nei calcari marnosi alternanti colle argille, in varii luoghi del Bolognese, varie volte sono state trovate delle ammoniti e degli altri fossili, ed il MORTILLET,¹ come il CAPELLINI,² studiandoli, hanno concluso ch'essi erano di apparenza cretacea, la qual cosa è d'accordo con le deduzioni tratte, senza preventivo accordo, dagli altri geologi che hanno studiato simili terreni altrove. Talune circostanze speciali però, hanno fatto sì che queste argille galestrine o scagliose dell'Emilia e dell'Apennino settentrionale in generale sieno state considerate come tutt'altro che sedimentarie, conclusione, che, se fosse vera, dovrebbe essere applicata a tutte le argille degli altri luoghi; converrà perciò fermarci a studiare codesta questione.

¹ GABRIEL DE MORTILLET, *Inoceramus et Ammonites dans les Argiles scalienses* (Atti della Soc. It. di scienze naturali, vol. V, pag. VI).

² G. CAPELLINI, *Carte géologique des environs de Bologne*, Bologne 1871.

La vista delle salse e dei vulcani di fango, che più volte compariscono lunghesso il piede dell'Apennino, in specie nel Reggiano e nel Modenese, e che rigettano, formandone abbastanza estesi cumuli, materie argillose tenuissime, ricche di sali svariati, e non adatte a portare alberi nè altri vegetali, fece credere che, non altro se non ampie accumulazioni derivate da antichi vulcani di fango, fossero le argille scagliose apenniniche, sì multiformi, sì sterili, facilmente franose, non coerenti, e riccamente compenstrate pur esse da più materie minerali, oltre a ciò mancanti per ampi tratti di paese di fossili che a prima vista cadessero sott'occhio. Lo STÖHR fu uno dei primi a sostenere questa opinione, la quale conduceva a riguardare le nostre argille, come rocce depositate da sorgenti provenienti dall'interno della terra.¹ Il SANTAGATA, se non ebbe questa precisa opinione, ritenne però che quelle argille derivassero da una alterazione prodotta per via delle acque provenienti dall'interno, sopra rocce arenacee o calcaree, preesistenti:² GIUSEPPE BIANCONI opinò la stessa cosa; ma attribuendo le argille scagliose ad epoche diverse, secondo la loro relativa posizione stratigrafica,³ le riguardò come rocce originariamente stratificate, ingoiate nel seno della terra per effetto di qualche cataclisma, di lì rialzate e riposte nel luogo dove ora le si trovano; sicchè, secondo lui, le ammoniti ed i fossili ne' calcari, cogli stessi frammenti calcarei i quali si trovano in lembi isolati, interrotti e frammentari, rappresenterebbero l'antico scheletro della roccia, prima che la subitanea catastrofe la trasformasse in argilla scagliosa. Lo stesso BIANCONI ritiene che le argille della Porretta ed in conseguenza quelle analoghe che si trovano nell'alto, lungo l'Apennino dell'Emilia, sieno eoceniche,⁴ e ritiene miocenico il Macigno sovrastante. Il BOMBICCI⁵ ritiene le argille predette formate da depositi argillosi anteriori al nummulitico, quindi tali da includere fossili cretacei; esse avrebbero raggiunto il più alto grado di metamorfismo, con accompagnamento di fenomeni idroplutonici, nel passaggio dall'eocene al miocene, ed avrebbero sconvolto ed incorporato l'alberese, il macigno, ed altre rocce eoceniche, in guisa da sembrarne interamente costituite: egli poi è propenso ad ammettere che dai silicati magnesiferi facenti parte delle argille scagliose, si sieno formate per concentrazione le serpentine. PIO MANTOVANI invece,⁶ crede che le argille scagliose sieno state eruttate in modo fangoso, derivanti però, come egli dice, da rocce interne assai profonde, taluni frammenti delle quali rimasti inalterati, furono trasportati alla superficie terrestre insieme con frammenti di altre rocce tro-

¹ E. STÖHR, *Alcune osservazioni intorno alla storia naturale delle argille scagliose* (Annali della Soc. dei Naturalisti di Modena, parte III). 1868.

² D. SANTAGATA, *Dei metamorfismi del calcare compatto nel Bolognese*, (Memorie Accadem. scienze di Bologna, S. I, T. II), Bologna 1848. — *Origine delle Argille scagliose* (Memorie Acc. scienze di Bologna, S. I. T. VI), Bologna 1855. — *Idee geologiche intorno alle rocce serpentinosi del Bolognese* (Mem. Acc. scienze di Bologna, S. II. T. VII), Bologna 1868.

³ G. BIANCONI, *Storia naturale dei terreni ardenti*, 1840.

⁴ G. BIANCONI, *Intorno alle argille scagliose di origine miocenica*, (Mem. dell'Acc. delle Scienze di Bologna, S. III. T. V, fasc. 3), Bologna 1875. — G. ed A. BIANCONI, *Escursioni geologiche e mineralogiche nel territorio Porrettano*, Bologna 1867.

⁵ L. BOMBICCI, *Descrizione della mineralogia generale della Provincia di Bologna*, (Mem. Acc. scienze di Bologna, S. II, T. IV), Bologna, 1873.

⁶ PIO MANTOVANI, *Delle Argille scagliose e di alcune Ammoniti dell'Apennino dell'Emilia*, (Atti Soc. It. di scienze naturali), Milano 1875.

vate pella via lungo la quale l'eruzione avveniva; secondo il MANTOVANI i fossili che si credono proprii delle argille appartengono invece ai varii terreni incontrati, ed alla roccia madre, e si debbono attribuire per conseguenza a piani più antichi di quello nel quale le argille si trovano. Dall'opinione di questi non si scosta in sostanza il CAPELLINI.¹ Da ultimo, lo STOPPANI,² dopo aver tenuto conto degli ultimi studii dell' ABICH relativi alla grande estensione che le salse ed i vulcani di fango hanno nei dintorni del Mar Caspio, sostiene la verità delle idee già manifestate dallo STÖHR, e considera le argille scagliose come originate realmente da eruzioni di vulcani di fango. I frammenti di rocce solide fossilifere o no che vi sono rinchiusi, sarebbero stati eruttati dai vulcani suddetti, come ora sono eruttati, egli dice, frammenti consimili che si trovano nelle vicinanze dei vulcanetti di fango di Nirano e degli altri luoghi prossimi nel Modenese. Questa opinione è partecipata dal FUCHS in un suo recente scritto sulle serpentine della Grecia, e dall'OMBONI³ che sembra credere le eruzioni di quei vulcani fangosi, essere avvenute in fondo ai mari.

Nella manifestazione di queste diverse opinioni relative all'origine non sedimentare delle argille scagliose, sono un ostacolo, come si vede, quei fossili che da gran tempo il MORTILLET ha ritrovato alla Porretta, e che più tardi ha di nuovo citati e ritrovati il CAPELLINI. Mi pare che quegli autori i quali ne hanno discusso, e vi hanno trovato forse un inciampo alle loro teoriche, invece di andare a cercare se potevano derivare da rocce più profonde, emerse insieme colle argille o travolte nel fango di queste, avrebbero potuto studiare direttamente i fossili, il cui numero pare abbastanza discreto, e vedere se veramente dessi sono cretacei, come quegli altri che li hanno studiati dicono, ovvero se non lo sono e se appartengono a terreni più antichi. Del resto ora, oltre a quei fossili, la cui vera significazione è da loro messa in dubbio, si possono aggiungere, come si è veduto, in quelli stessi terreni che dessi hanno preso a tipo dei loro studii, e le foraminifere fittissime in banchi calcarei regolari, e le vermicolazioni della pietra forte, e sopra ogni cosa le *Fucoidi* e gli *Zoophycos* disegnati in nero sulla superficie medesima delle argille. Del resto, anche indipendentemente da ciò, non si avrebbe che a fare un passo, lungo la stessa continuazione dell'Apennino, verso la Romagna, per ritrovare quei fossili indicati dallo SCARABELLI, dallo ZITTEL⁴ e da altri, a Fossombrone ed altrove, cretacei come quelli indicati dal MORTILLET e dal CAPELLINI alla Porretta. Se le argille galestrine o scagliose, come dir si voglia, sono facilmente franabili, se facilmente si dividono in iscaglie, se sono sterili, se contengono vene e geodi di manganese, di aragonite, di baritina, di malachite, o d'altro, queste non sono buone ragioni per escludere la loro natura regolarmente sedimentare, e se poniamo mente soltanto a queste parvenze superficiali esterne,

¹ G. CAPELLINI, *Sui terreni terziari di una parte del versante settentrionale dell' Apennino* (Mem. Acc. delle scienze di Bologna, S. 3, T. IV), pag. 6. — Bologna, 1876.

² A. STOPPANI, *Corso di geologia*.

³ G. OMBONI, *Come si è fatta l'Italia*, cap. XV. — Verona-Padova, 1876.

⁴ ZITTEL, *Geognostische Beobachtungen aus den central Apenninen*, (Benecke, geol. paläont. Beiträge. B. II, Heft II), München, 1869.

si va a rischio di derivarne delle conclusioni geologiche non meno superficiali. Se si riguarda, non ai frammenti, ma agli strati, non alle frane, ma alle rocce in posto, si vedono queste distinte in istrati uniformi e regolari, alternanti regolarmente secondo la natura loro diversa, inclinate e scontorte come sono tutte le altre rocce di natura analoga, secondando la disposizione degli strati che stanno loro sopra o sotto, e, come ho detto, fossilifere: non si ha quindi nessuna ragione per non dirle sedimentarie, anzi tutte le ragioni menano a considerarle come tali, e come tali infatti le ritengono il GASTALDI, il DODERLEIN, il COCCHI, il MORTILLET, il SAVI, lo SCARABELLI, lo ZITTEL, lo SPADA e l'ORSINI, il MENEGHINI ed altri ancora. Quanto all'epoca loro, sebbene, come già si è detto, taluni geologi, p. e., lo SCARABELLI,¹ il SAVI, ed altri, le riuniscano qua e là all'eocene, è per altro a ritenersi che sieno tutte presso a poco di epoca cretacea. Anche quelle della Porretta e del prossimo Apennino, per quanto si può concludere dalla stratigrafia, pure prescindendo dai fossili che contengono, debbono essere ritenute come certamente tali, sebbene lo STOPPANI ed il BIANCONI le suppongano eoceniche; infatti in più luoghi dell'Apennino, fra esse ed il macigno sta il calcare nummulitico con fossili ben distinti, il quale dimostra che quelle sono cretacee, e questo è eocenico, non miocenico come quegli autori ritengono.

Il CAPELLINI e lo ZITTEL sembrano attribuire le argille scagliose di preferenza alla creta superiore. Il DODERLEIN le riferisce alla creta media² e quando si noti, che là dove la serie delle rocce è più completa, desse sottostanno ad un'alta zona di calcari alberesi, di pietra forte e di schisti argillosi lucenti, la quale li separa dal calcare nummulitico che segna il termine inferiore dell'epoca terziaria; e che di solito quando il macigno ed il calcare nummulitico ricuoprono direttamente le argille galestrine o scagliose, esiste fra le due specie di roccia una discordanza manifesta, saremmo condotti ad ammettere che queste rocce da noi studiate appartengano veramente alla creta media, o per lo meno, non rispondano certo ad uno dei termini più recenti della creta superiore. Del resto se i fossili trovati fin qui, non sono determinati così esattamente da poter servire di fondamento assoluto ad indicare l'orizzonte preciso cui essi appartengono; a questo punto giungeremo bensì col loro studio ulteriore. Quanto al modo di formazione, forse questi terreni galestrini argillosi, mostrano d'essersi depositati entro mari profondi che ricingevano i varii lembi delle antiche rocce preesistenti; sulla qual cosa torneremo meglio più tardi.

¹ SCARABELLI, *Carta geologica della Provincia di Bologna*, Imola 1853.

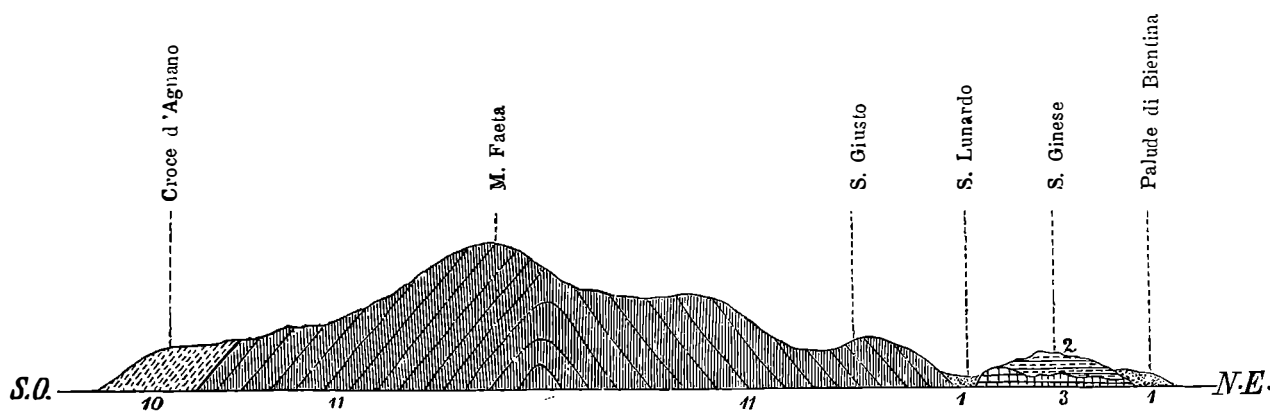
² DODERLEIN, *Note illustrative della Carta geologica del Modenese e del Reggiano* (R. Acc. di scienze, lettere ed arti di Modena, Fasc. XII, pag. 15), Modena, 1870.

CAPO VI. — DEI TEBBENI DELLA CRETA SUPERIORE.

(Figura A, B).

Nel lato orientale del Monte Pisano, quasi ultima pendice di questo, è il Colle di S. Ginese, staccato appena da banchi di alluvione ghiaiosa, forse pliocenica. La roccia che forma il colle è superiormente un'arenaria eocenica, inferiormente è composta di calcari e schisti a vicenda alternanti: gli strati sono alquanto ripiegati e curvati; ma la direzione loro è quasi orizzontale, a ridosso degli adiacenti schisti triassici inclinati verso N. E. (fig. A).

Figura A



1. Pliocene (ghiaie); 2. Eocene (macigno); 3. Creta superiore (alberese, pietraforte e schisti argillosi); 10. Calcari infraliassici; 11. Schisti triassici.

Si può dire perciò che le rocce del colle sono in discordanza abbastanza palese con quelle più antiche del prossimo Monte.

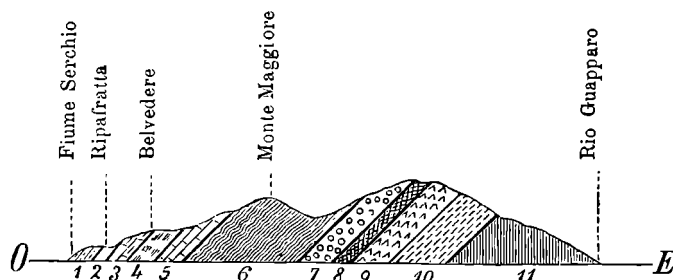
I calcari sottostanti al *Macigno* eocenico, sono di quelli conosciuti in Toscana col nome di *Alberesi*; compatti, uniformi, di colore ceruleo variamente intenso, ed in strati ben distinti, spesso molto estesi; talora, pel colore grigio di piombo danno loro anche il nome di *Pietra colombina*.

Gli schisti sono argillosi, lucenti, spesso calcariferi, cerulei, o nerastrì, con tinte diverse: si alterano facilmente cambiandosi in pura argilla, e giovano così a produrre terra da mattoni. Per questo scopo servono giusto appunto alcune fornaci nei pressi di S. Leonardo.

In un altro luogo del Monte Pisano, nella vallecchia dove si estende in molta parte il paese di Ripafratta, posta fra il colle del Cassero e quello di Belvedere, sopra ai calcari screziati con foraminifere della creta media e sotto al macigno eoce-

nico, di cui al capitolo seguente, sono degli strati non molto alti di schisto argilloso scuro divisibile in frammenti, talchè potrebbe dirsi galestrino pur esso (fig. B).

Figura B



1. Macigno (eocene medio); 2. Schisti argillosi scuri (creta superiore); 3. Calcare screziato (creta media); 4. Argille rosse galestrine (idem); 5. Calcare con selce a foraminifere (neocomiano e titoniano); 6. Schisti varicolori (lias superiore); 7. Calcare con selce (lias medio); 8. Calcare rosso (lias inferiore); 9. Calcare cerroide (idem); 10. Calcare grigio cupo (infralias); 11. Quarziti e filladi (trias).

Nelle rocce ora esaminate fossili non ne sono; ma esse rispondono alla zona degli schisti argillosi lucenti, dei calcari alberesi e della pietraforte, riferibile alla creta superiore, e così diffusa nelle regioni circostanti. La *pietra forte*, che nel Monte Pisano non ho ancora notata è un'arenaria, compatta sì che a ragione le danno il nome accennato o quello di *pietra ferrona*, in strati palesi non molti grossi, caratteri pei quali di solito si distingue dall'arenaria detta *macigno*. La varietà, e la continua alternanza degli elementi schistosi, arenacei e calcarei, sono tra i caratteri distintivi di questa estesa zona.

Molte volte dessa fu attribuita all'eocene inferiore, perchè di solito le sta sovrapposto il *macigno* dell'eocene medio, senza intermezzo di altra roccia; ma, dovunque si trova il calcare nummulitico, ottimo orizzonte distintivo de' terreni terziarii da quelli cretacei, esso sta al di sopra delle roccie accennate, sì che con ragione le dobbiamo ritenere più antiche dell'epoca terziaria.

Il Cocchi reputa si possano distinguere in esse varii piani riferibili a diverse epoche della serie cretacea; ma per ora, mentre i fossili non ne sono così ben conosciuti come si vorrebbe, è prematura ogni suddivisione; è però presumibile che la zona corrisponda soltanto alla parte più recente della creta, rimanendo al di sotto di essa la serie che dicemmo delle vere argille scagliose, dei calcari a foraminiferi e di tante altre rocce più antiche. Pell'aspetto galestrino, o scaglioso che dir si voglia, degli schisti appartenenti alla zona di cui ora si parla, gli autori appellano anche quello terreno galestrino, ed oltre l'Apennino si estende pure ad essi la denominazione di argille scagliose. In realtà il termine può applicarsi, come già ho detto, ad ambedue le sorta di rocce; se non che la zona inferiore è sempre ben distinguibile perchè è la zona dei diaspri e delle ftaniti, e perchè tanto queste, come le argille, sono intensamente ferruginose, e di preferenza colorite in rosso fegatoso; gli schisti della zona superiore sono invece più scuri, e spesso lucenti e commisti poi quasi

sempre con altre rocce di varia specie. Per la prevalenza delle argille, e pei caratteri così spiccati di queste, serbai alla zona inferiore, quasi per antonomasia, il nome di zona delle argille scagliose o galestrine.

Nella zona cretacea superiore, fuori del Monte Pisano, i fossili sono molto abbondanti, e pel loro numero sono noti i monti Fiorentini e Pistoiesi. Già da molti anni furono intrapresi intorno ad essi degli studii, da parte dello STROZZI e del MENEGHINI; ma con grandissimo svantaggio della scienza, non fu fatta mai alcuna pubblicazione, se non in modo secondario, in taluno degli scritti del MENEGHINI. In particolar modo le superfici degli schisti e delle arenarie, sono ripiene di fucoidi, di *zoophicos*, d'impronte fisiologiche, di vermicolazioni attribuite a Nemertiliti e ad animali simili a lombrichi, e d'altro; anche nel macigno eocenico si trova qualche cosa di simile, ma la loro abbondanza è un distintivo della zona cretacea. Ma in special modo servono a provarci la vera epoca del terreno, i cefalopodi svariati, sebbene le specie non ne siano determinate, che si trovano insieme con *Chiton*, con *Inocerami* e con altri generi di molluschi.

Si è già detto essere questa zona molto estesa in tutto l'Apennino, ed infatti nelle ripiegature laterali al crinale maggiore, prevale d'assai sopra le rocce più antiche, e sopra quelle eoceniche, le quali al contrario di ciò che comunemente si crede, non sono molto estese.

Nel promontorio orientale della Spezia, gli strati di pietra forte sono alquanto sviluppati e vi si trova un fossile caratteristico, l'*Hamites Michelii*. Nel Barghigiano, fra la zona da me riferita alla creta media, ed il macigno, è qualche banco non grande di alberese; ma nelle vicinanze delle Alpi Apuane, queste rocce assumono la maggiore estensione nella regione più meridionale, traversando la giogaia dal Ponte a Moriano a Camaiore, al solito posto, fra le argille scagliose ed il macigno, al disotto del quale compariscono anche più a mezzogiorno, p. e. lungo la strada delle Guadine. Fra Sesto ed il Ponte a Moriano, sulla destra del Serchio, sopra ai calcari con selce neocomiani e giuresi che vi sono tanto sviluppati, riposano gli schisti galestrini rossi, quindi i calcari screziati a foraminifere della Creta media. Superiormente si trovano gli alberesi, gli schisti, e le arenarie della Creta superiore, coperte alla lor volta dal macigno eocenico di Monte Catino e della valle della Freddana. Nella parte inferiore della Val di Lima, a S. Pancrazio sulla sinistra del Serchio, nella Val di Nievole, nel Monte Albano, e specialmente in quel di Pistoia, di Prato e di Firenze, queste rocce assumono una estensione grandissima, e, quel che più vale pel geologo, vi sono assai ricche di fossili svariati. A Monte Catini, e nel Monte Albano, son sovrapposte alla creta media; dovunque le si vedono sottoposte al macigno, e presso la foce della Val d'Ombrone nel piano pistoiese, fra questo e quelle si palesa il calcare nummulitico. Scendendo ancora verso mezzogiorno, coi soliti rapporti stratigrafici, formano una gran parte della Val dell'Arno, dei dintorni d'Arezzo e di Cortona, dei monti di Mosciano, del Chianti, di S. Gemignano, di Monte Catini, della Castellina, dei Monti Livornesi, dei monti del Volterrano e delle Maremme. A Mosciano, sopra di loro si ritrova il calcare nummulitico, e del resto, dove questo

buon orizzonte manca, e ciò accade il più delle volte, abbondano i fossili, i quali insieme colla deduzione fondata sulle circostanze stratigrafiche solite, ci confermano che si tratta di terreno cretaceo superiore e non eocenico.

In questa zona cretacea superiore si trovano di preferenza le rocce serpentinosi della Toscana; queste mancano nel Monte Pisano, per cui non potrei parlarne qui di proposito, nondimeno, per la importanza dell'argomento, ne dirò quel solo tanto che è connesso colla storia generale di tutti i terreni.

In Toscana, terra classica per quella sorte di rocce, come nei Pirenei, secondo ciò che ha dimostrato il MAGNAN,¹ e come altrove, v'hanno serpentine di varie epoche. Parte di quelle dell'Elba, quelle del Monte Argentaro, del Giglio, della Gorgona, e di Iano, aventi anche un aspetto più decisamente stratificato delle altre, sono rinchiuse nei terreni più antichi, alcuni carboniferi, altri triassici. Nei Monti Livornesi, ed a Monte Catini, pare le serpentine siano nella zona cretacea media. Alla Castellina, alla Nera presso Volterra, a Monferrato presso Prato, all'Impruneta presso Firenze, a Rencine presso Siena, nei Monti di S. Gemignano e di S. Vivaldo, a Mensano nella Montagnola Senese, ed in molti altri luoghi di Maremma, esse sono rinchiuse dentro le rocce cretacee superiori. In molta parte della Liguria, nella Lunigiana e nella Garfagnana, e per quel che pare anche a Libbiano, a Rocca Tederighi, e nella Valle Tiberina, vi hanno serpentine commiste ad altre rocce diverse, ed eufotidi e diabasi, ecc. Dove io le ho vedute, esse non hanno punto l'apparenza di roccie attive, cioè sollevatrici dei sistemi montuosi, come si credeva nel passato; ma sono regolarmente stratificate in mezzo alle altre rocce sedimentari, anzi gli strati di quelle alternano cogli strati di queste, e spessissime volte coi banchi delle serpentine e delle altre rocce che le accompagnano, si trovano dei conglomerati o tufi serpentinosi, depositati prima del formarsi delle nuove serpentine sovrastanti.² In mezzo a tutta la diversità di pareri relativa all'origine di queste rocce, dall'insieme de' fatti spassionatamente considerati, risulta secondo me l'opinione migliore esser quella che si tratti di rocce emerse in epoche differenti sotto forma di lave, aventi natura mineralogica non grandemente diversa da quella de' basalti. Il più delle volte, qui da noi, le si trovano in rapporto coi graniti e con vere trachiti, anche ritenute di epoca recente, come quelle di Rocca Tederighi. L'eguaglianza della natura chimica e mineralogica fra le serpentine dei varii luoghi, che taluno adduce *a priori* come prova dell'unità di epoca dei banchi formati da esse, non può escludere davvero che le medesime si manifestassero in varie epoche geologiche successive.

¹ H. MAGNAN, *Materiaux pour une étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières* (Mem. soc. geol. de France) 1874.

² C. DE STEFANI, *Le rocce serpentinosi della Garfagnana* (Boll. R. Com. geol.) 1876.

CAPO VII. — DEI TERRENI EOCENICI.

Eocene medio (Fig. 1, 2 e fig. A, C, D).

Per quanto pare, in quasi tutto l'Apennino ligure ed etrusco, ed in parte almeno dell'Apennino romano, i terreni eocenici si possono distinguere in tre serie cui corrispondono forme diverse di rocce. La serie inferiore è rappresentata dal calcare nummulitico, il quale si trova più spesso in iscogli ed in masse limitate di quello che in banchi grandiosi. La serie media, più sviluppata di tutte le altre, e cotanto estesa anche nelle grandi Alpi, nelle Alpi Apuane, ed in tutto l'Apennino, da una parte all'altra d'Italia, risponde al terreno detto *Flysch* o *Macigno*, il quale, come ognuno sa, è rappresentato da una arenaria, di rado cicerchina, quasi sempre a minuti elementi per lo più silicei, con mica biotite, cementata da carbonato di calce, intersecata di quando in quando da pochi straterelli argilloso-schistosi, di colore biondo o cenerino. Allorchè gli elementi i quali costituiscono l'arenaria sono più grossi, palesano la roccia dalla quale essi furono asportati, roccia talora serpentinoso negli strati superiori, talora di calcaria recente, talora di schisto cristallino antico. La serie superiore è formata prevalentemente da calcari alberesi e da schisti argillosi lucidi, cerulei, neri, grigi o cenerini, molto somiglianti agli schisti argillosi lucenti che formano la zona superiore dei terreni cretacei, e da taluno confusi cogli schisti galestrini e colle argille scagliose: in questa serie appartenente all'eocene superiore, nell'Apennino ligure, toscano e romano, sono rinchiuse spesso delle serpentine, colle rocce che di solito le accompagnano.

Sotto il nome generale di *Macigno* si comprendevano anticamente, dal SAVI e dagli altri geologi, tutti i terreni stratificati della Toscana che venivano considerati come primarii, e dentro ai quali si riteneva fossero penetrate le rocce calcaree, a modo di dicche eruttive (1830). Ma avendo poi scoperto in questi calcari de' fossili, per cui essi venivano attribuiti all'epoca liassica, si distinse l'insieme degli schisti cristallini sottostanti, cui venne dato il nome di *Verrucano*, mentre il nome di *Macigno* fu conservato a tutte le rocce schistose superiori, che venivano considerate dal SAVI stesso come secondarie (1832), e più propriamente come appartenenti alla creta superiore, e rispondenti all'Arenaria verde (1833-1837-1846).

Il PILLA, studiando la posizione stratigrafica di quelle rocce, le riconobbe ovunque sovrapposte ai vari terreni cretacei, per cui, sebbene non le riunisse ai terreni eocenici, le distinse però da quelli, e le attribuì ad un nuovo terreno, intermedio secondo lui fra la creta e l'epoca terziaria, pel quale egli proponeva il nome di *Etrurio*¹ (1845-46). Il MURCHISON però, dopo avere contribuito a far conoscere che il calcare nummulitico do-

¹ L. PILLA, *Distinzione del terreno Etrurio tra' piani secondari del Mezzogiorno di Europa*, Pisa, Vannucchi, 1846.

veva essere posto nella serie inferiore del terreno eocenico, e dopo avere studiati i terreni d'Italia, riconosceva che la massima parte del così detto *Macigno* e più propriamente quella parte cui fu serbato dopo, in particolar modo, questo nome, era superiore al calcare sopradetto, quindi dovea riferirsi all'eocene, e non ad altro terreno; e questo ordinamento del *Macigno* è stato d'allora in poi conservato senza contestazione.¹

Qualche volta taluni lembi di esso furono riguardati come Pietra forte e riposti perciò nella Creta superiore, a cagione della grande rassomiglianza litologica, e delle simili apparenze di fossili, che spesso si trovano in ambedue le rocce; ma la differente posizione stratigrafica fa riconoscere l'errore. Il *Macigno* di taluni luoghi, p. e. dell'Apennino dell'Emilia, fu ritenuto miocenico dai BIANCONI padre e figlio,² perchè sovrastante alle argille scagliose riguardate alla loro volta da loro come eoceniche; ma in realtà il *Macigno* di que' luoghi non può essere distinto dall'altro, e le argille scagliose, come già si è veduto, sono cretacee, apparendo esse di frequente sottoposte agli scogli del calcare nummulitico eocenico inferiore, i quali, sebbene non di frequente, pur qua e là compariscono.

I fossili nel *Macigno* non sono molto frequenti, ad eccezione delle fucoidi abbondantissime negli schisti che lo accompagnano; frequenti volte nel Carrarese, ed a S. Pellegrino delle Alpi nell'Apennino modenese, vi ho incontrato de' corpi vermiformi, ed impronte fisiologiche di nemertiliti e d'altri simili animali, non dissimili da quelle che si trovano nella Pietra forte, sì che da primo alcuno potrebbe rimanere incerto sull'epoca de' terreni che li racchiudono. Recentemente, sono stati trovati alla Porretta, entro il solito macigno, de' molluschi di numerose specie, discretamente conservati, ch'è a sperarsi saranno presto studiati, per dilucidare vie meglio uno de' punti più importanti della nostra geologia, e per riconoscere le precise relazioni geologiche d'una roccia per solito sì povera di fossili.

Il COCCHI ed altri geologi, sono di parere che il macigno rappresenti un sedimento formatosi non lungi dal litorale emerso, e questa supposizione sembra confermata, oltre che dalla natura della roccia, anche dal fatto delle impronte fisiologiche verosimilmente formatesi presso la spiaggia, e dal trovarsi il terreno tutto intorno ad isole ed a lembi di rocce antiche già emerse e sottoposte perciò alla denudazione, prima dell'epoca eocenica.

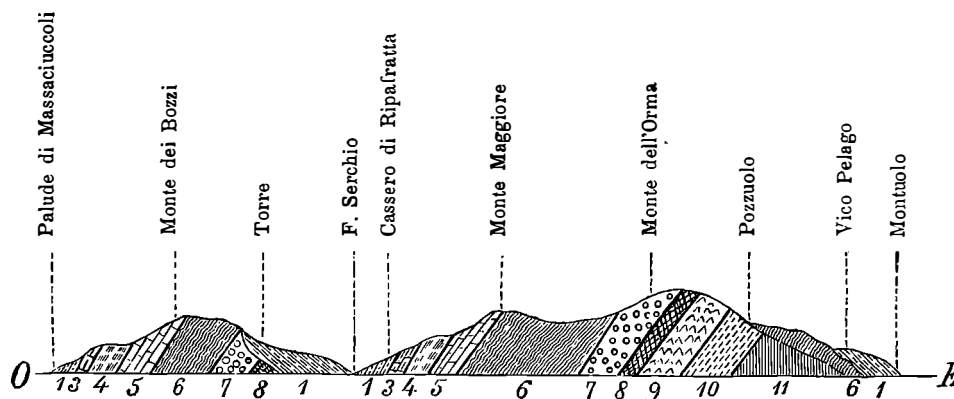
Nel Monte Pisano mancano gli schisti e gli alberesi dell'eocene superiore, e manca pure il calcare nummulitico, appartenente all'eocene inferiore, giacchè il calcare screziato di Ripafratta, che era considerato come tale, appartiene invece alla creta media, od alla porzione più antica della creta superiore. Il vero macigno, che rappresenta la parte media dell'eocene, forma invece, con stratificazione discordante sopra le altre rocce, alcuni piccoli lembi; uno a N. O. del Monte Pisano, a destra del torrente di Cerasomma, di fianco alla cerchia dell'elissoide formata dagli schisti liassici superiori, che

¹ RODERICH MURCHISON, *On the geological structure etc.* Parte III, § 4.

² G. e A. BIANCONI, *Escursioni geologiche e mineralogiche nel territorio Porrettino* 1867.

ivi è interrotta dalla pianura; ed ha direzione quasi perpendicolare a quella delle rocce antiche sottostanti (fig. C).

Figura C

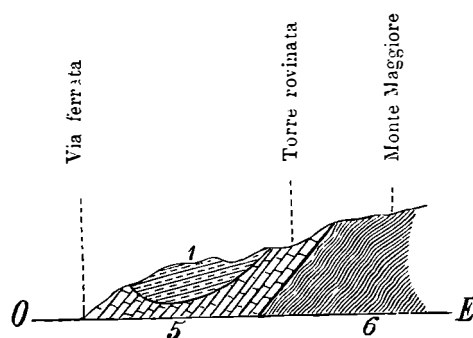


Taglio delle Alpi Apuane e del Monte Pisano dal Palude di Massaciuccoli al piano di Lucca.

1. Macigno (eocene medio); 3. Calcare screziato, e 4 Argille rosse galestrine (creta media); 5. Calcare con selce a foraminifere (neocomiano e titoniano); 6. Schisti varicolori (lias superiore); 7. Calcare con selce (lias medio); 8. Calcare rosso, e 9. Calcare ceroidi (lias inferiore); 10. Calcare grigio cupo (infralias); 11. Quarziti e filladi (trias).

Altro lembo è sovrapposto, colla medesima direzione, ma con manifestissima discordanza, alle rocce cretacee dei dintorni di Ripafratta. Alla torre del Belvedere, e verso il piano ad occidente, il macigno sta sopra al calcare screziato della Creta media (fig. 1); nella valletta fra il Belvedere ed il Cassero sta sopra agli schisti della Creta superiore (fig. B); alla Torre rovinata ad occidente di quella del Roncioni sta invece sopra agli schisti sottostanti al calcare screziato (fig. 2); e finalmente più verso Pugnano serve direttamente di mantello al calcare con selce neocomiano e titoniano (fig. D).

Figura D



1. Macigno (eocene medio); 5. Calcare con selce a foraminifere (neocomiano e titoniano); 6. Schisti varicolori (lias superiore).

Il macigno di Ripafratta acquapende verso il Serchio, ed i suoi strati si rivolgono poi, dalla parte opposta, sui monti di Repole e di Balbano, formando un sinclinale perfetto fra le Alpi Apuane ed il Monte Pisano (fig. C). Questo fatto dimostra come

sia antica, e come sia sempre esistita, la distinzione e la discontinuità fra una giogaia e l'altra, sebbene il TARGIONI, nel secolo scorso, ritenesse che un tempo il Monte Pisano formava una serie connessa coi monti di Quiesa e di Avane e colle Alpi Apuane.¹ Finalmente ad oriente, il macigno forma il colle di S. Ginese, che è quasi ad immediato contatto col Monte Pisano. Ivi è sovrapposto, in modo concordante, agli alberesi ed alle altre rocce della creta superiore, e, con queste, come già ho notato, è riposto in istrati quasi orizzontali o poco inclinati e curvati a ridosso degli schisti triassici inclinati quasi nello stesso verso, ma con pendio assai più ardito (fig. A).

Nel Monte Pisano, come da per tutto altrove, il macigno è la roccia più indipendente di tutte le altre, e che tutte le formazioni più antiche ricopre senza regola costante.

CAPO VIII. — DEI TERRENI PLIOCENICI.

(Fig. 1 e fig. A).

Quel tratto di terreno ad oriente del Monte Pisano, compreso fra questo, le Alpi Apuane, l'Apennino principale, il Monte Albano, e l'Arno, è frastagliato da colline non alte, disposte particolarmente tra le foci della vallate primarie, e costituite da terreni ghiaiosi, sabbiosi ed argillosi. A ridosso del Monte Pisano, lungo le pendici più basse, sono frequentissimi cotali depositi, e particolarmente alla foce della Valle di Buti, e presso i colli di S. Ginese e di Treponzio; ma la massa principale che, derivando dalle Pizzorne, si estende fino in riva all'Arno, ne è separata dal palude di Bientina. Il SAVI² riteneva che il terreno di quelle colline fosse alluvionale, ed accumulato per effetto di precipitose correnti derivanti da mezzogiorno, subito dopo il terminare del pliocene, in occasione del cataclisma improvviso pel quale i terreni pliocenici si erano sollevati, perpendicolarmente all'Apennino, lungo una linea da Siena a Volterra, mentre il Monte Pisano, secondo lui, si era sprofondato. Il COCCHI³ sembra fosse della stessa opinione, poichè egli pure riteneva che, durante il pliocene, il Monte Pisano formasse tutt'una cosa e fosse direttamente connesso al Monte di Monsummano, che ha non dissimile natura geologica, e che sta ad oriente, al di là delle valli di Bientina, di Lucca e della Nievole; dopo il pliocene, il monte che congiungeva quei due lembi si sarebbe sprofondato, ed il suo posto sarebbe stato occupato da terreni alluvionali recenti. Il MORO⁴ ritiene que' terreni come glaciali. Però dopo che io v'ho ritrovato

¹ TARGIONI TOZZETTI, *Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze 1768-79, Tomo I.

² P. SAVI, *Dei movimenti avvenuti dopo la deposizione del terreno pliocenico nel suolo della Toscana*, (Nuovo Cimento, Pisa, 1873).

³ I. COCCHI, *L'uomo fossile nell'Italia centrale*. (Mem. Soc. It. di scienze nat., T. II, N. 7), Milano 1867.

⁴ MORO, *Il gran ghiacciaio della Toscana*, Prato, 1872.

e fatto notare varii fossili, raccolti da me e da altri, presso le falde del Monte Pisano ed altrove ne' luoghi circostanti, reputai ch' s'avessero a considerare que' terreni come pliocenici, a somiglianza di tutti gli altri che sono sulla sinistra dell'Arno nel rimanente della Toscana.¹

Ecco infatti la serie dei fossili raccolti presso Montecchio, nelle sabbie alternanti colle ghiaie, sulla sinistra del palude di Bientina:

Psammechinus, sp.,	Ostrea edulis, L.,
Balanus, sp.,	Pecten flexuosus, Poli,
Dentalium dentalis, L.,	Pinna tetragona, Broc.,
Vermetus triqueter, Biv.,	Arca pectinata, Broc.,
Rissoa ventricosa, Desm.,	Chama gryphoides, L.,
R. Venus, D'Orb.,	Cardium edule, L., var. crassum, Dfr.,
Odontostomia conoidea, Broc.,	Cytherea multilamella, Lck.,
Turbonilla rufa, Phil.,	C. rudis, Poli,
T. indistincta, Mont,	Corbula gibba, Olivi,
Cerithium vulgatum, Brug.,	Gastrochaena dubia, Penn.,
C. lima, Brug.,	Cladocora caespitosa, Edw. et H.
Triphoris perversa, L.,	

Questi fossili mostrano tutti la natura litorale del sedimento; di più il *Cardium edule* ed il *Cerithium vulgatum* attestano che le acque nelle quali essi abitavano non avevano una salsedine molto grande.

Altre conchiglie marine si trovano frequenti a S. Martino in Colle ed in varie parti della Val di Nievole; qua e là, p. e. presso Vinci, alternano degli strati salmastri litorali con *Ophicardelus Serresi* Tournouër, o d'acqua dolce; e non mancano dei banchi ripieni di conchiglie terrestri, rapite dai torrenti alla terraferma adiacente. A Monte Carlo, alla Cercatoia, a S. Martino in Colle ed a Virinaia, nelle argille, non è rara l'*Helix Italica* De Stefani sp. n. pliocenica affine alla *H. Larteti* del Viennese (*H. Turonensis* Hoernes non Desh.), e più alla vivente *H. vermiculata* Müller. La presenza di resti di animali marini insieme con gli altri terrestri o d'acqua dolce, la forma e la disposizione delle ghiaie, la loro alternanza in banchi, ed il trovarsi que' terreni, non dirimpetto alla foce delle valli, ma anzi sollevati e solcati dalle correnti delle acque, lateralmente all'uscita delle medesime nel piano, escludono chiaramente la supposizione che si tratti di *coni di deiezione*, o di sedimenti d'origine glaciale, arrestatisi sopra la terra emersa. Che poi si abbia a fare con terreni propriamente pliocenici e non più recenti, oltre la prova de' fossili più chiara di tutte, lo mostrano varii altri argomenti, e p. e. il forte sollevamento che si è già effettuato nei medesimi posteriormente alla loro sedimentazione, ed anche la posizione reciproca che dessi hanno coi travertini di Monsummano, della Maggiore e di Monte Catini. Questi infatti, che furono già sollevati pur essi e terrazzati dalle acque, e, come si sa dagli studii del GAUDIN,² e di altri,

¹ C. DE STEFANI, *Sull'asse orografico della Catena metallifera*, (Nuovo Cimento, S. II, Vol. X), Pisa 1873.

C. DE STEFANI, *Natura geologica delle colline della Val di Nievole e delle valli di Lucca e Bientina*, (Atti della Società Toscana di scienze naturali, Vol I, fasc. II, pag. 130), Pisa, 1873.

² CH. GAUDIN et C. STROZZI, *Contributions à la flore fossile italienne, III. Travertins toscans*, Zurich, 1860.

contengono resti di piante e di animali non più viventi, riferiti all'epoca postpliocenica, furono formati alla superficie dei terreni ghiaiosi ed argillosi dopo che già erano stati sollevati, emersi, e terrazzati: l'epoca di questi per conseguenza doveva essere assai più antica.

La massima parte delle ghiaie che riempiono il tratto di terreno ora considerato, derivarono dall'Apennino; ma a ridosso delle Alpi Apuane, p. e. a Mon San Quirico ed a San Quirico, ed in prossimità del Monte Pisano, i banchi sono formati da ghiaie derivate dalla regione inferiore della valle del Serchio, o dalle pendici dei Monti Apuani o Pisani sovrastanti.

Ecco, p. e., la nota delle rocce che formano le ghiaie nei dintorni di Montecchio:

Quarzo grasso, con Ripidolite e con Oligisto ;
 Anagenite del Verrucano ;
 Selce e diaspro nero, roseo, rosso e giallo, cretaceo ;
 Calcarea grigio-chiaro quasi ceroidi, liassico ed infraliassico ;
 Calcarea grigio con selce verosimilmente liassico ;
 Calcarea con foraminifere, cretaceo, non nummulitico, come dubitavo altra volta ;
 Arenaria macigno, eocenica.

Ad immediato contatto del Monte Pisano, da Vorno a Buti, non sono se non ghiaie e massi di schisti triassici, tanto più grossi quanto più ci accostiamo al monte; spesso taluni degli schisti sono alterati e convertiti in argilla; la vera epoca di questi sedimenti ghiaiosi più superficiali, quando mancano del tutto i fossili, e questa è la circostanza più comune, rimane incerta; se non chè, per tutte le circostanze generali sopra notate, e perchè non sono punto ordinati soltanto alla foce delle valli, come avviene nella pendice occidentale, mi sembra si debbano ritenere per la massima parte formati durante il pliocene sulle spiagge del mare che si andava riempiendo ed innalzando.

Questi terreni della Val di Nievole e gli altri adiacenti al Monte Pisano, appartengono all'orizzonte così detto Astiano, od alla zona litorale della parte superiore del pliocene (pliocene antico di Lyell), rappresentato dai terreni propriamente detti subapenninici della nostra Italia, e vi rispondono le zone litorali di S. Miniato, di S. Romano, delle Colline Pisane, e della parte superiore delle Colline Senesi, le zone d'alto mare di parte delle Colline d'Orciano e della Val d'Arbia, la parte superiore degli strati salmastri a *Potamides* e palustri a *Dreissena* del Senese e del Pisano, gli strati ad *Ophicardelus* della Val d'Elsa, ed in parte i sedimenti lacustri alpini delle valli di Magra, del Serchio, della Sieve e dell'Arno.

Le conclusioni che si possono trarre dalla presenza di questi terreni sono importanti, poichè lo studio loro dimostrerebbe di per sè, come tutti i monti apuani ed apenninici circostanti si sieno ugualmente sollevati, e come, contro le supposizioni dei geologi, l'orografia e l'idrografia delle parti superiori delle nostre valli, non fossero, in que' tempi pliocenici, molto diverse da quello che sono oggidi.

CAPO IX. — DEI TERRENI POSTPLIOCENICI.

Nel Monte Pisano non si trovano tracce di sedimenti glaciali. Le formazioni di quest'epoca sono invece rappresentate da brecce ossifere e da taluni lembi di terra rossa contemporanei, o quasi contemporanei alle brecce.

Le prime si trovano in varii luoghi all'esterno delle rocce calcaree, ma con fossili caratteristici dell'epoca glaciale quaternaria sono state osservate, specialmente, nei dintorni d'Uliveto nelle spaccature del calcare infraliassico, a S. Giuliano nelle brecce de' calcari liassici, e nella grotta di Parignana presso le Mulina, scavata in quel calcare che più sopra abbiamo riferito al titoniano ed al neocomiano.

Il MAJOR¹ ha studiato i mammiferi fossili negli ora accennati luoghi ed ha ritrovato le seguenti specie.

Ad Uliveto:

Hippopotamus Pentlandi | Arvicola arvalis.

A S. Giuliano :

Ursus spelaeus.

A Parignana, dove fece abbondanti raccolte il compianto REGNOLI, le quali appunto hanno fornito materia agli studii del MAJOR, questi ha notato le seguenti specie

Canis lupus,	Lepus variabilis,
C. vulpes,	L. timidus?
Foetorius putorius,	Arctomys marmota,
F. vulgaris,	Arvicola arvalis,
Ursus arctos,	A. glareolus,
Talpa,	A. nivalis,
Rhinoceros leptorhinus <i>Cun.</i> , (me-	A. amphibius,
garhinus <i>De Christol.</i>)	Mus sylvaticus,
Cervus elaphus,	Myocmus glyx,
C. capreolus,	Cricetus frumentarius,
Capella rupicapra (<i>camoscio</i>),	Ossa di volatili.

Di queste specie, la massima parte, salvo la volpe, la faina, la puzzola, la lepre, qualche arvicola, la talpa ed il *mus*, non vivono più nel Monte Pisano; però dalla scomparsa di taluni di quegli animali non si potrebbe dedurre senz'altro un cambiamento nelle circostanze naturali del Monte Pisano e della regione nella quale esso si trova, essendo sufficiente a spiegare quel fatto la presenza dell'uomo, che ha fatta sentire la sua padronanza, riducendo il terreno a domesticato, e mutando la superficie del suolo, secondo l'interesse suo. Il camoscio vive ancora negli Abruzzi e nella Terra di Lavoro più a mezzogiorno del Monte Pisano; il cervo ed il capriolo

¹ C. J. MAJOR, *Remarques sur quelques mammifères post-tertiaires de l'Italie, suivies de considérations générales sur la faune des mammifères post-tertiaires*, (Atti Soc. it. scienze naturali, vol. XV, fasc. V), Milano 1873.

abitano ancora le nostre Alpi; l'orso fino al XVI secolo rimase nelle Alpi Apuane e nell'Apennino finitimo al Monte Pisano. Il lupo, forse per l'ultima volta, nelle Alpi Apuane, ha prolificato sul principio di questo secolo, e solo qualche individuo sperso vi torna ogni tre o quattro anni nei verni più nevosi; il ritirarsi di questi animali è un effetto della lotta che l'uomo ha intrapresa e spesso già finita contro i medesimi, e se dessi più non vivono nel Monte Pisano, ciò non vorrebbe dire, di per sè, che non vi potrebbero vivere, se l'uomo li lasciasse stare, e non mutasse le circostanze adatte alla loro vita. Vi sono però vari animali, la cui scomparsa ha un significato di ben maggiore importanza. Il *Lepus variabilis*, l'*Arctomys marmota*, e varie *Arvicolae*, non vivono se non nella regione delle Alpi, e nei luoghi freddi del settentrione; anzi il *Cricetus frumentarius*, animale piccolo, che di per sè sfuggirebbe alla persecuzione degli uomini e la cui scomparsa può credersi indipendente dalla presenza di questi, vive oggigiorno soltanto nelle parti più settentrionali d'Europa, mancando in tutto al di qua del crinale delle Alpi, ed anche nella Svizzera. Cotesti fatti mostrerebbero che il clima del Monte Pisano, quando quegli animali vi abitavano, era tale da permettere loro la vita, quindi era più freddo che non ora. Il solo *Rhinoceros leptorhinus* e l'*Hippopotamus Pentlandi* (d'Uliveto), sono del tutto estinti; essi sono considerati come appartenenti al postpliocene, e particolarmente il *Rhinoceros* viene riguardato come caratteristico dei sedimenti dell'epoca glaciale, la qual cosa sarebbe d'accordo colle deduzioni derivate dagli altri mammiferi ultimamente accennati.

La presenza dell'*H. Pentlandi* ad Uliveto, la quale specie, come le altre analoghe, sembra abitasse ne' dintorni de' laghi e del mare, ci è argomento a supporre, come faremo, appoggiati anche da altri argomenti, che nell'epoca nella quale questi animali vivevano nel Monte Pisano, il mare giungesse fino ai piedi di questo.

La terra rossa riempie di frequente i crepacci e gli scoscendimenti dei varii calcari di tutte le epoche, ma specialmente di quelli infraliassici, e ne riveste quasi sempre la superficie. Nella terra che riempie le frane del calcare infraliassico, presso le sorgenti dell'acqua acidula d'Agnano, ho trovato, insieme con alcuni denti di roditore, le seguenti specie di molluschi, ¹ delle quali, quelle segnate con un asterisco non vivono più od almeno non sono ancora state ritrovate viventi nel Monte Pisano.

* Testacella Beccarii, *Issel*; (vive nei dintorni di Firenze),
Helix cinctella, *Drap.*,
H. nemoralis, *L.*,
H. planospira, *Lck.*,
 * *H. obvoluta*, *Müll.*,
H. rotundata, *Müll.*,
Zonites olivetorum, *Gmel.*,
Z. fulvus, *Müll.*,

Zonites lucidus, *Drap.*,
 * *Bulinus obscurus*, *Müll.*,
Cyclostoma elegans, *Drap.*,
 * *Pomatias maculatum*, *Drap.*, (non patulum *Drap.*)
Pupa quinquentata, *Born.* (cinerea, *Drap.*),
P. buplicata, *Mich.*,
 * *Clausilia cruciata*, *Studer*,
 * *C. Itala*, *Martens*,
 * *C. Lucensis*, *Gentil.*

¹ C. DE STEFANI, *Di alcune conchiglie terrestri fossili nella terra rossa della pietra calcarea di Agnano nel Monte Pisano*, (Atti della Società Toscana di scienze naturali, V. I, fasc. 2, pag. 110), Pisa, 1875.

L'*Helix cingulata* Studer che il GENTILUOMO¹ accenna fossile in questo stesso luogo, non vi si trova; e forse fu citata invece dell'*H. planospira* che vi abbonda colla sua forma tipica. Dopo la pubblicazione della prima Nota, ho ritrovata, per la prima volta, vivente nel Monte Pisano, alle Mulina, la *P. biplicata* Mich. Il *Pomatias* che io aveva citato col nome di *patulum* è invece un'altra specie, probabilmente il *maculatum* e si ritrova vivente nell'Alpi Apuane.

Le deduzioni che si possono trarre da queste specie di molluschi, sono interamente d'accordo con quelle derivate dalle specie dei mammiferi. Se tra i primi non v'hanno specie estinte come tra i secondi, vuol dire che si verifica il solito fatto della maggiore durata e della maggiore inalterabilità della vita degli esseri minori, rapporto a quelli più altamente organizzati. Del resto, tutte le specie mentovate fanno bene in climi umidi, talune anzi li richiedono esclusivamente, e l'essere ora i dintorni di Agnano, anzi quasi tutto il Monte Pisano, relativamente secchi ed asciutti, ha cagionata verosimilmente la scomparsa di talune specie. Parimente tutte le specie vivono, o se taluna non è ancora stata trovata, potrebbero vivere benissimo, nella zona superiore montana e nella zona media delle Alpi Apuane. Fra le altre specie il *Pomatias maculatum*, la *Clausilia Lucensis*, e la *C. cruciata*, preferiscono i paesi meno caldi, e talune a dirittura le regioni più fredde dell'Apennino e delle Alpi Apuane. Si aggiunga che taluna specie pur rimasta ancor nel Monte Pisano, p. e. la *Pupa cinerea*, nelle dimensioni e nella forma, si palesa simile al tipo che tuttora abita presso di noi nei luoghi meno caldi, e gl'individui fossili dell'*Helix nemoralis* manifestano cogl'individui viventi nella regione delle Alpi e nei paesi d'Europa più settentrionali dell'Italia, maggiore analogia, che con quelli viventi di presente nell'Apennino, e salve poche eccezioni, in tutta la penisola. Se tra i molluschi non incontriamo nella terra rossa del Monte Pisano, nè in altri luoghi d'Italia, come s'incontrano tra i mammiferi, specie che vivano oggidì soltanto al di là delle Alpi, e che da quella loro patria prima, fosser venute fino a noi co' freddi settentrionali, ciò vuol dire forse che le barriere e gli ostacoli da vincersi nelle migrazioni sono maggiori e meno sormontabili pei molluschi che pei mammiferi. Intanto però l'insieme de' fatti è abbastanza adatto a mostrarci, anche pei molluschi, la presenza in altri tempi, di specie proprie di climi più settentrionali, le quali si sono ritirate più al nord, quando trovarono meno favorevoli circostanze alla loro vita, quando cioè sparirono quei freddi che le avevano sospinte a prendere nuove dimore verso il mezzogiorno.

A schiarimento di questa storia della distribuzione geografica dei molluschi possono giovare talune osservazioni dedotte dall'esame di alcune specie terrestri plioceniche della regione stessa del Monte Pisano. Nel pliocene litorale marittimo della Val di Nievole, in quello del Senese, e nel pliocene lacustre della Val di Serchio, si trova qualche volta non rara l'*Helix Italica* De Stefani, specie come già ho detto molto affine, anzi può dirsi progenitrice della *H. vermiculata* Müller, vivente, abituata a climi relativamente caldi e meridionali: in allora l'*H. Italica* dimorava in tutti i monti e nei colli circostanti.

¹ NISTRI, *I Bagni di S. Giuliano*. Pisa, Nistri 1875.

Sopravvenuta l'epoca glaciale, quella specie si ritirò più a mezzogiorno, e scomparve dalle Alpi Apuane e dall'Apennino settentrionale, dove non è mai ritornata, come pure dal Monte Pisano, dove appunto non la ritroviamo nei terreni di quell'epoca. Tornato il periodo di maggior caldo relativo nel quale siamo ora, l'*H. vermiculata*, discendente dall'*H. Italica*, è ritornata nel Monte Pisano, in una parte delle sue antiche sedi, e con essa vi sono comparse varie specie meridionali, come l'*Helix naticoides* Gualtieri, e la *Pupa Philippii* Charp., che prima non v'erano esistite. Se questa storia dell'origine dei molluschi e degli altri animali de' luoghi de' quali ora ci occupiamo, potesse essere più completa, ci mostrerebbe quali di essi siano abitatori dei paesi da antica data, quali sieno venuti co' freddi dal lontano settentrione, e quali sieno giunti in tempi relativamente recenti, dal mezzogiorno, col sopravvenire di nuovo clima temperato.

Intanto la coincidenza dei fatti osservati, tanto a proposito dei mammiferi, come a proposito dei molluschi, ci può condurre a stabilire la contemporaneità della terra rossa conchiglifera di Agnano, e delle breccie e caverne di Parignana, d' Uliveto e di S. Giuliano; come ci dà autorità di attribuire queste formazioni all'epoca postpliocenica ed a considerarle quali contemporanee e quali rappresentanti delle morene e dei sedimenti postpliocenici glaciali, i quali mancano nel Monte Pisano come nel rimanente della parte peninsulare d'Italia.

È noto come, ad onta delle asserzioni dello STOPPANI e del COCCHI, pare debba escludersi definitivamente la presenza di antichi ghiacciai nelle Alpi Apuane, quindi nella stessa regione dell'Italia peninsulare della quale fa parte il Monte Pisano.¹ Ciò non esclude che l'abbassamento di temperatura, il quale era forse cagione e certo conseguenza dello sviluppo de' ghiacciai più a settentrione, non si facesse sentire anche là dove veri ghiacciai non esistevano, quindi anche nel nostro Monte Pisano; anzi abbiamo trovato le prove di ciò. Per questo, varii animali abituati a climi settentrionali, dopo essere scesi vie più verso il mezzogiorno, tuttora vi rimasero, confinati nelle cime più elevate e più fredde, dopo che i ghiacciai diminuivano d'estensione, e dopo che il clima divenne sempre più mite nei luoghi circostanti.

Per quel che riguarda la formazione della terra rossa, lo STOPPANI e con lui il TARAMELLI ritengono ch'essa sia stata rigettata da vulcani subacquei; il NEUMAYR invece opina ch'essa sia costituita dai resti di *globigerine* rimasti liberi dal calcare che li rinchiudeva, ed insieme col quale si erano sedimentati nelle regioni più pro-

¹ MORO, *Il gran ghiacciaio della Toscana*, Prato, 1872.

A. STOPPANI, *Sull'esistenza di un antico ghiacciaio nelle Alpi Apuane*, (Atti Soc. It. scienze nat., vol. XV, fasc. II, e Rendiconti del R. Ist. Lombardo di scienze, lett. ed art., S. II, vol. I, fasc. XIV), Milano, 1872.

I. COCCHI, *Del terreno glaciale delle Alpi Apuane*, (Boll. R. Com. geol. 1872, N. 7 e 8), Firenze 1872.

C. DE STEFANI, *Gli antichi ghiacciai dell'Alpe di Corfino ed altri dell'Apennino settentrionale e delle Alpi Apuane*, (Bollettino R. Com. geol. 1874, N. 3 e 4), Roma 1874.

C. DE STEFANI, *Dei depositi alluvionali e della mancanza dei terreni glaciali nell'Apennino della Valle del Serchio e nelle Alpi Apuane*, (Boll. R. Com. geol. 1875, N. 1 e 2), Roma, 1875.

A. STOPPANI, *Sui rapporti del terreno glaciale col pliocenico nei dintorni di Como*, (Atti Soc. It. scienze nat., vol. XVIII, fasc. II), Milano, 1875.

C. DE STEFANI, *Rassegna semestrale delle scienze fisico-naturali in Italia* (Ann. vol. I, I). Firenze, 1875, *Geologia* pag. 135.

fonde dei mari. Infatti la terra rossa si trova dovunque unicamente al disopra dei calcari o nelle loro vicinanze immediate; e, volendo, la vediamo formarsi tutti i giorni sotto agli occhi nostri, dovunque sieno dei fili d'acqua con debole corrente, sgorganti da certi calcari. Questi fili d'acqua che disciolgono e trasportano seco il puro carbonato di calce, lasciano la materia argillosa insolubile, che rimane sul posto a rappresentare lo scheletro delle antiche masse rocciose, le quali, col tempo, sono andate mano mano a scomparire disciolte dalle acque. Quando l'ossido di ferro si frequente ne' calcari, sia disciolto dalle acque, queste, se scorrono lentamente alla superficie, si ricoprono, come spesso si vede a occhio, di un velo ocraceo, derivante dalla sopra-ossidazione del protossido di ferro a contatto dell'ossigeno dell'aria, il quale velo poi precipita al fondo, e lentamente accumulandosi forma la terra rossa, la quale è bene spesso nient'altro che un'ocra di ferro vera e propria.

Quanto alle breccie ossifere, dal punto di vista storico, basterà ricordare che il SAVI¹ riteneva pliocenici i resti fossili rinchiuse, e credendole formate da scoscendimenti improvvisi e da inabissamenti del monte nei quali rimanevano inghiottiti gli animali, le considerava come una delle prove dello sprofondamento del Monte Pisano ch'egli supponeva avvenuto durante l'epoca pliocenica.

CAPO X. — DE' TERRENI ALLUVIONALI RECENTI.

Anche nell'epoca odierna si formano breccie e scoscendimenti nelle rocce calcaree, ne' quali rimangono racchiusi resti di que' mammiferi e di quelle conchiglie che vivono tuttora sul posto; alcune di tali breccie sono a S. Giuliano, ad Asciano, ad Agnano e ad Uliveto; presso la quale ultima località, fra le altre cose, furon trovati in una fenditura recente, rivestiti di carbonato di calce, i resti di un *Anguis fragilis*. Frane, e pietraie o sasseti derivanti dallo scoscendimento de' terreni anche non calcarei, sono comuni nelle valli di Buti, di Calci e di Agnano. Alle Mulina poi, per opera delle acque calcarifere si formano continuamente osteocolle e concrezioni calcaree.

Una formazione relativamente importante ed estesa è quella dei cumuli di rigetto (*coni di deiezione*), formati dai torrenti, nel basso delle vallate, presso il piano. Siccome le vallate che derivano dal Monte Pisano trovano subitamente la pianura al termine della loro sollecita discesa, senza scorrere prima per qualche tratto quasi orizzontale incassate entro le rocce, così il cumulo dei loro rigetti occupa tutto l'ampio imbuto che forma l'apertura esterna. Infatti le valli di Agnano e di Calci, e le altre minori, per la massima parte, verso il piano, hanno per sottosuolo i sedimenti alluvionali, costituiti

¹ P. SAVI, *Dei vari sollevamenti e abbassamenti che han dato alla Toscana la sua attuale configurazione* (Nuovo giornale dei Letterati, tomo XXXV, scienze), Pisa, 1837.

dalle materie portate da tutti i torrentelli, dai ruscelli e dalle frane che scendono e scesero tutto all'intorno dalle parti superiori. Siccome il tragitto percorso da queste materie, prima di arrestarsi, non fu mai lungo, queste non ebbero luogo di assumere l'apparenza di ghiaie e di ciottoli, ma per solito sono rimaste in pezzi irregolari ed angolosi, a mala pena rotolati e smussati. Esse sono ordinate sempre ad embrice, ed il cumulo di rigetto è disposto in guisa che le pendici scendono con dolce curva da ogni parte del vertice di esso. La poca quantità delle acque che provengono dal Monte Pisano non ha solcato nè terrazzato questi cumuli, la cui formazione però sembra oggidì cessata, almeno in gran parte, dacchè sono inalveate le acque onde tutelare le estese piantagioni di ulivi che hanno ricoperto il terreno: anzi l'annosità di talune piante che sopra si sono sviluppate mostra la loro età essere abbastanza antica. Nelle Alpi Apuane, ed anche in parte nel Monte Pisano, questi cumuli di rigetto, alla foce delle valli dalla parte del mare, hanno una certa importanza, giacchè dove essi si estesero, il terreno elevato impedì la formazione di acquitrini e di paludi, i quali invece, favoreggiati dal poco declivio, si sono estesi nei tratti intermedi; ed appunto le regioni paludose e lacustri le quali si avvicinano al monte, parallelamente al mare, fra le foci dell'Ardenza e le foci della Magra, rispondono agli intervalli fra un cumulo di rigetto e l'altro.

I terreni recenti che formano la pianura, circondano tutto all'intorno il Monte Pisano, e qua o là raggiungono direttamente il piede delle sue pendici.

Ad occidente stanno i terreni argillosi e torbosi, che anticamente erano ricoperti dal palude di Bientina, oggidì quasi del tutto disseccato per l'opera dell'uomo. La superficie, sulla quale si estendeva il palude, venne scavata dallo scorrere delle acque nei circostanti terreni pliocenici, durante il loro sollevamento. Però, non essendovi un declivio ben deciso, e trovandosi quella depressione in mezzo al corso di due fiumi importanti, cioè del Serchio e dell'Arno, vi si formò il palude, e le acque di questo traboccando, si versavano, anche negli antichi tempi, parte nell'Arno, parte nel Serchio. Anche oggidì per mezzo dei canali del Rogio e dell'Ozzori, che sono regolati da chiuse, si potrebbe andare dal palude al Serchio: però il pendio delle acque è verso l'Arno; ma d'altra parte non essendo bastante a far sì che ne' tempi di maggior piena d'acque, quando appunto è più grande il bisogno di trovare loro uno sfogo, esse possano venire immesse nel fiume gonfio e rialzato, venne aperta una botte sotto di esso, talchè traversando questo al di sotto, in qualunque tempo ed in qualunque stagione, le acque dell'antico palude di Bientina scorrono direttamente verso il mare.

Varie specie di molluschi rimasti semi-fossili nel terreno, attestano l'antica estensione del palude, prima assai che l'uomo ponesse mano a limitarlo ed a prosciugarlo. Fino a Bientina ed al Monte Pisano da una parte, e fino all'Altopascio e Pozzeveri dall'altra, si trovano infatti ne' terreni quorosi od argillosi resti di *Planorbis corneus*, Lin., *P. complanatus*, Lin., *Paludina vivipara*, Müll., *Bythinia tentaculata*, Lin., *Limnaea auricularia*, Drap., *Neritina fluviatilis*, Lin. ecc., molluschi tutti che vissero nelle acque del lago.

Terreni alluvionali di origine marina si estendono invece nel lato occidentale del Monte Pisano.

Il piano sul quale sta la città di Pisa è la continuazione di quello che si dilunga sul piede occidentale delle Alpi Apuane, e considerato insieme con questo, ha per confini: a settentrione il promontorio del Capo Corvo, a mezzogiorno il promontorio dei Monti Livornesi. Fra questi capi saldi, avanzati come sentinelle nel mare, si estende la pianura di origine recente nella quale sono incavate le foci della Magra, del Serchio, dell'Arno, oltre che di torrentelli minori; il lieve pendio fa sì, come abbiamo detto, che le acque ristagnano e formano dei paludi in quei tratti depressi, che sono meno vicini all'uscita dei fiumi e dei torrenti dall'interno delle valli, e che perciò vengono meno ricoperti dai terreni alluvionali di là trasportati.

Nella parte profonda della pianura sono delle argille prettamente marine con una fauna litorale di acqua leggermente salmastrosa, p. e., con *Cardium edule*, Lin., *Cerithium vulgatum*, Brug., e con altre specie sepolte di recente, per nulla differenti da quelle che si accumulano presso il litorale odierno. Queste argille si incontrano quasi sempre, facendo fori di varia profondità nel terreno della città di Pisa e ne' suoi dintorni, e nel bosco di Coltano, come pure in tutto quel tratto che, ad occidente dei luoghi ora accennati, si estende verso il mare. Sono pure frequentissimi dei banchi di torba, la quale continua del resto a formarsi tuttodi nei paludi di Agnano, in quelli di Stagno e di Coltano, ed in tutti quei laghi, paludi ed acquitrini, che si estendono fino a Bocca di Magra. Più dappresso al Monte Pisano, p. e. nel piano di Lavaiano, alla Madonna dell'Acqua e altrove, scavando profondamente, s'incontrano degli strati argillosi o sabbiosi, nei quali stanno piantate delle querci, ora mezzo carbonizzate, tuttavia nella loro posizione naturale. Il SOLDANI¹ narra un fatto simile, osservato nello scavare un pozzo presso Cascina, e non molti anni sono, nello scavare sotto Arno la botte della Madonna dell'Acqua a vari metri sotto il suolo furono trovate querci in posto; ciò vuol dire che probabilmente giace, sepolta e ricoperta da terreni più recenti, l'antica superficie della pianura, sulla quale, prima che l'uomo se ne impadronisse e la disponesse a modo suo, vegetavano annose e fitte piante non domestiche.

La parte superficiale del piano è per lo più formata da sabbie le quali, da Coltano in giù verso il mare, si elevano tuttavia in dune assai alte, denominate Tomboli o Cotoni, ricoperte da fitta vegetazione. Come suole, le dune più elevate sono quelle che stanno più dentro terra, sulle quali maggiormente ebbe luogo l'accumulazione delle sabbie per opera dei venti, e talune di quelle di Coltano giungono fino all'altezza di 20 a 25 metri. Più verso il Monte, a cominciare dai dintorni di Pisa, non si trovano tracce di dune, chè se anche queste esistevano altre volte, come è probabile, l'estensione della coltivazione, e la presenza, da antichissima data, degli uomini civilizzati dovette direttamente od indirettamente livellarle e farle sparire: se la coltura del suolo si estendesse, ed il taglio de' boschi ed il riempimento dei paludi procedesse verso la spiaggia, è probabile che sparirebbero eziandio le dune più recenti, tuttora rimastevi.

Queste sabbie e le argille depositate nel seno del mare, od accumulate dai ma-

¹ SOLDANI AMBROSIVS, *Testaceographiae ac Zoophytographiae parvae et microscopicae*, Siena, 1789-1798.

rosi e dai venti sopra la spiaggia emersa, in buona parte sono trasportate dai grossi fiumi, che hanno la loro foce lungo il litorale. Lo dimostrano, non fosse altro, le conchiglie terrestri e d'acqua dolce, ed in generale le posature che con esse si trovano confuse; e poichè certe specie provengono solamente da taluna regione di quei fiumi e non da altre, non sarebbe difficile rintracciare la derivazione di esse, e delle materie che con esse stanno. Mi duole di non avere portato finora accurate indagini su questo punto; per rimediare addurrò nello specchio seguente le specie di molluschi citate dall'ISSEL nelle posature dell'Arno, e del Serchio, nell'interno della pianura,¹ e nei rigetti marini del Gombo, e quelle indicate nei rigetti marini di Viareggio dal DEL PRETE, il quale si è compiaciuto poi di fare altre indagini speciali, e di comunicarmene i risultati, sicchè l'elenco suo può considerarsi come assai completo.²

¹ A. ISSEL, *Dei molluschi raccolti nella provincia di Pisa* (Mem. Soc. it. di scienze nat., T. II, N. 1), Milano, 1866.

— *Appendice al catalogo dei molluschi raccolti nella provincia di Pisa* (Atti Soc. it. scienze nat., Vol. XV, fasc. I).

² R. DEL PRETE, *Nota di alcune conchiglie raccolte nei comuni di Viareggio, di Massarosa e Camaiore* (Boll. della Società Malacologica italiana, Vol. I, fasc. I), Pisa, 1875.

(Segue il Prospetto).

POSATURE D'ARNO	RIGETTI DEL GOMBO	RIGETTI DI VIAREGGIO
<p><i>Hyalina cristallina</i> Müll.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>hydathina</i> Ross. » <i>pseudohydathina</i> Bourg. » <i>diaphana</i> Stud. <p><i>Helix pulchella</i> Drap.</p> <p><i>Bulimus tridens</i> Müll.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>quadridens</i> Müll. <p><i>Achatina acicula</i> Müll.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>aciculoides</i> Ian » <i>eburnea</i> Risso <p><i>Clausilia laminata</i> Müll.</p> <p><i>Pupa frumentum</i> Drap.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>granum</i> Drap. » <i>avenacea</i> Brug. » <i>biplicata</i> Mich. <ul style="list-style-type: none"> » <i>muscorum</i> L. <p><i>Vertigo pygmaea</i> Drap.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>minutissima</i> Hart. <p><i>Carychium minimum</i> Müll.</p>	<p><i>Hyalina Uziellii</i> Issel.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>nitens</i> Gmel. <p><i>Helix rupestris</i> Stud.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>obvolvata</i> Müll. » <i>pulchella</i> Drap. <ul style="list-style-type: none"> » <i>lucorum</i> Lin. <p><i>Bulimus quadridens</i> Müll.</p> <p><i>Pupa granum</i> Drap.</p> <p><i>cyliudracea</i> Da Cos.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>dolium</i> Drap. » <i>doliolum</i> Drap. <p><i>Acme polita</i> Off.</p>	<p><i>Hyalina lucida</i> Drap</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>olivetorum</i> Gmel. <p><i>Helix obvolvata</i> Müll.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>pulchella</i> Drap. » <i>planospira</i> Lamck. » <i>vermiculata</i> Müll. » <i>lucorum</i> Lin. » <i>naticoides</i> Gualt. » <i>ammonis</i> Schmidt. » <i>rotundata</i> Müll. » <i>nemoralis</i> L. » <i>cantiana</i> Mtg. » <i>carthusiana</i> Drap. » <i>unifasciata</i> Poir. » <i>coespitum</i> Drap. » <i>pisana</i> Müll. » <i>variabilis</i> Drap » <i>pyramidata</i> Drap. » <i>ventricosa</i> Drap. <p><i>Bulimus tridens</i> Müll.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>decollatus</i> L. » <i>lubricus</i> Müll. <p><i>Achatina acicula</i> Müll.</p> <p><i>Clausilia papillaris</i> Müll.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>lucensis</i> Gent. <p><i>Pupa frumentum</i> Drap.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>granum</i> Drap. <ul style="list-style-type: none"> » <i>biplicata</i> Mich. » <i>quinquedentata</i> Born. <p><i>Vertigo pygmaea</i> Drap.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>pusilla</i> Müll. » <i>antivertigo</i> Drap. <p><i>Carychium minimum</i> Müll.</p> <p><i>Succinea Pfeifferi</i> Rossm.</p> <p><i>Limnæa stagnalis</i> L.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>limosa</i> L. <p><i>Planorbis complanatus</i> L.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>carinatus</i> Müll. » <i>corneus</i> L. <p><i>Ancylus costulatus</i> Kust.</p> <p><i>Cyclostoma elegans</i> Müll.</p> <p><i>Bythinia opaca</i> Zieg.</p> <ul style="list-style-type: none"> » <i>tentaculata</i> L. <p><i>Paludina contecta</i> Mill.</p> <p><i>Unio pictorum</i> L.</p> <p><i>Pisidium amnicum</i> Müll.</p>

Queste conchiglie ed alcune altre non indicate, insieme con trucioli, con frustoli di legno, con tappi di sughero, con castagne e con altre materie leggere, ingombrano la spiaggia dopo le piene autunnali od invernali, ed il numero infinito di quelle spoglie di molluschi potrebbe dare una immagine della esuberanza della vita che è nell'interno delle nostre terre, e della devastazione mortale che una piena d'acqua trae seco. Non v'ha dubbio che tutte le conchiglie dimoranti nella regione percorsa da un fiume e dai suoi influenti, possano trovarsi rapite dalle acque, e trasportate come materie delle più leggere, fino al mare, che poi le rifiuta e le rimanda alla spiaggia. Perciò, a dare un elenco delle conchiglie le quali possono venire abbandonate nelle posature dell'Arno e del Serchio, come di ogni altro fiume, converrebbe presentare la serie di tutte le conchiglie della vallata. Quando poi sulla spiaggia del mare si incontrasse frequente una specie confinata in qualche valle, e mancante nelle altre, si potrebbero senz'altro rintracciare la derivazione ed il cammino di essa. Fra i molluschi del Val d'Arno e quelli della Val di Magra e del Serchio, non v'ha gran differenza, salvo in 7 od 8 specie fra tutte, per lo più di piccole dimensioni, peculiari all'una od all'altra di queste valli; fra Val di Magra e Val di Serchio v'ha poi una differenza ancora minore. Per non parlare se non delle specie di maggiori dimensioni, dei cui confini si può parlare con miglior sicurezza, e che più facilmente risaltano all'occhio, noterò che l'*Helix cingulata*, Studer, la quale però non venne accennata sulla spiaggia del mare, sebbene non possa mancarvi, è comune nei bacini del Serchio e della Magra e manca in quello dell'Arno, essendone ben diversa l'*Helix Preslii*, Schm., var. *D'Anconae*, Gentl., della Vernia; per converso l'*Helix vermiculata*, Müll., abbondantissima nel Val d'Arno, manca nelle altre due valli: l'*Helix naticoides*, Gualt., comune nella vallata dell'Arno, più rara assai in quella del Serchio e nelle piccole vallate littorali intermedie, manca affatto in quella della Magra: l'*Helix lucorum*, Müll., abbondantissima nella Val di Magra, più rara nella Val di Serchio, è più rara ancora nel Val d'Arno. Or l'*H. naticoides*, e specialmente l'*H. vermiculata*, le quali certe volte ingombrano la spiaggia, da Bocca d'Arno, verso N. O., al Gombo, a Viareggio, fino al Forte dei Marmi e più in là, non possono essere state portate in mare se non dall'Arno, ed hanno la loro origine più a S. E.; bisogna dire quindi che le materie portate dall'Arno si avanzano verso N. O., anche al di là della foce del Serchio, oltre la quale si riuniscono e si arrestano sul lido, colle materie trasportate da quest'ultimo fiume. Benchè le nominate conchiglie siano sì abbondanti a N. O. della foce dell'Arno, sono assai più rare a S. E. verso il Calambrone e verso Livorno, dalla qual parte non potrebbero entrare direttamente in mare se non per mezzo di qualche torrentello molto secondario. Questa distribuzione delle materie accade per via della corrente marina litorale, già conosciuta del resto per tante circostanze ben chiare,¹ la quale, provenendo dal mezzogiorno, si dirige verso settentrione, con velocità anche di 1/2 miglio e più l'ora, radendo le coste, e sospingendo nella sua direzione le materie, tanto più facilmente quanto più sono leg-

¹ G. TARGIONI TOZZETTI, *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, T. II, pag. 90 e 492. Firenze, 1768.
— CIALDI, *Cenni sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso*, Roma, 1856, pag. 48, 58, 59.

gere. I galleggianti trasportati fino al nostro mare da ogni fiume, si trovano perciò deviati quasi sempre, e per maggiori tratti, a destra, cioè verso N. e N. O., mentre si estendono poco e per brevi tratti, salvo ne' tempi più lungamente calmi ed in taluni burrascosi, secondo i venti, verso il mezzogiorno a sinistra. Così adunque è la forza dei marosi e dei venti, verticale alla spiaggia, che spinge sopra di questa le sabbie, e forma il cordone litorale: ma la materia per questo cordone è apprestata ed ordinata dalla corrente radente, la quale involando al mezzogiorno il frutto delle erosioni del mare e dei fiumi, lo dirige a riedificare nuovo terreno, alquanto più a settentrione. È in gran parte a questa corrente, qualunque sia la sua prima origine, ed ai venti meridionali predominanti, che il litorale fra l'Avenza e la Magra deve la sua costituzione; infatti, fra i Monti Livornesi e la città di Livorno, esso è formato da ghiaie e da sabbie sempre più sottili quanto più si allontanano dal Monte, strappate ai promontorii di Calafuria e del Romito; da Livorno, fino in Tombolo e al di là verso Bocca d'Arno, sono argille ed accumulazioni di alghe strappate al solido fondo roccioso, che sta più a mezzogiorno. Fra Bocca d'Arno e Bocca di Serchio sono disposte specialmente le sabbie dell'Arno; da Bocca di Serchio fin quasi al Forte de' Marmi, sono disposte le materie portate dal Serchio, e talune delle più leggere derivate dall'Arno; dal Forte de' Marmi all'Avenza, il fondo prossimo al lido è prevalentemente argilloso; e finalmente i sedimenti trasportati dalla Magra, poco estesi sulla spiaggia a mezzogiorno, riempiono le profondità a ridosso del promontorio orientale della Spezia. Talune delle materie più leggere hanno poi una derivazione assai lontana, a Sud: fra queste le pomici, che si trovano lungo tutto il litorale Toscano, come sul litorale Ligure, e su quello Romano, e probabilmente derivano da Ischia, dalle Eolie, o da altre isolette più meridionali d'Italia.

Il cordone litorale, formato da queste varie materie, si estende fra i due promontorii più volte indicati, sotto forma di una curva regolarissima, concava dalla parte del mare, a mala pena deformata dagli estuarii dell'Arno e del Serchio, intorno ai quali naturalmente si ha una più grande accumulazione di materia, quindi una certa sporgenza, che è maggiore per l'Arno fiume più arenifero, che pel Serchio. La linea del cordone litorale è ordinata da una *risultante* dell'azione delle onde, che incessanti e sopra tutti i punti battono il piano inclinato esteriore della terra ferma o *battigia del mare*, e tendono a riempire sempre più tutto lo spazio triangolare compreso fra il Capo Corvo ed il promontorio livornese, prendendo a riscontro queste due punte estreme, estendendo il litorale verso il mare con curve di raggio sempre maggiore, e per conseguenza sempre più mite e meno marcato. In conseguenza di ciò, l'accumulazione e l'avanzamento maggiore hanno avuto luogo nella direzione del vertice del triangolo che è formato dal Monte Pisano in continuazione delle Alpi Apuane, e dalle Colline Pisane in continuazione dei Monti Livornesi, al quale vertice risponde precisamente la pianura pisana, e l'entrata dell'Arno in essa.

Tenendo conto di questi fatti, e delle leggi matematiche le quali regolano la formazione del litorale, conoscendo l'avanzamento esatto di esso in un punto, e durante un dato limite di tempo, si potrebbe dedurre la quantità dell'avanzamento in tutti

gli altri punti laterali: e conoscendo poi la profondità del mare, si potrebbe calcolare in metri cubi la quantità della materia che in una data epoca vi si è accumulata.

Gli antichi cordoni litorali, le cui tracce sono rimaste nei tomboli allineati fra loro in serie parallele alternate da lame, da acquitrini e bassi fondi talora salmastrosi, fino ad una distanza di 4 o 5 chilometri dalla spiaggia odierna, mostrano appunto la loro disposizione in curve d'un raggio sempre minore, quanto più sono antichi. Se non lo attestassero le dune ed i resti marini, la storia e la tradizione ci manifesterebbero il continuo estendimento della terraferma a spese del mare. È cosa nota a tutti gli abitatori ed a tutti i marinai di que' luoghi, che la spiaggia ogni anno si protende di qualche braccio; ogni trent'anni, il governo vende ai proprietarii confinanti que' tratti di terreno sabbioso che vengono novellamente formati. Gli edificii doganali, le case e gli stabilimenti di bagni un anno in riva al mare, varii anno dopo ne sono assai dilungati.

I vecchi si rammentavano d'aver veduto il mare, tutti gli anni, spazzare nelle maggiori burrasche la piazza del Forte dei Marmi, paese di recentissima costruzione, ad uso di scalo pe' marmi del Serravezzino, mentre ora esso ne è lontano qualche centinaio di metri, nè più giunge ad imperversarvi. Viareggio, umile bicocca di pescatori, si è estesa sempre più, ed è divenuta una città, nella quale ogni tanto sorge dal lato della spiaggia, là dove prima i flutti avevano incontestato dominio, una strada novissima ornata di belli e ricchi edificii. La Torre Forte, che fu il primo centro di Viareggio, venne costruita in mezzo alle estese paludi, sul mare, dai Lucchesi e dai Genovesi nel 1169 (1170 alla pisana).¹ Questa torre, che fu detta *il maschio*, sguarnita poi delle opere che la circondavano, fu disfatta sul principio del secolo nostro,² e ne rimase appena un rialzamento nel luogo dove sorgeva, che tuttora si può vedere, forse cinquanta passi dentro terra, fuori delle prime case del paese. Nel 1534, essendo quella torre assai discosta dal lido, fu ordinata la costruzione sul mare di un'altra,³ che servì poi di galera, e che è tuttora in piedi, ma lontana assai essa pure dalla spiaggia. Per cagione di questa lontananza, dal 1764 al 1788 furono costruiti di nuovo, sul mare sempre più ritirati, tre nuovi forti;⁴ uno maggiore alla bocca del porto, altri piccoli sulla spiaggia a levante ed a ponente: anche questi oggidì sono del tutto dentro terra; per impedire poi l'interramento della Burlamacca e l'invasione delle sabbie che sempre più riempiono il lido, bisogna ogni anno prolungare il molo. Invano si cercherebbe rendere fissi gli stabilimenti dei bagni di Viareggio, perchè ivi, come a Bocca d'Arno, come al Gombo, come al Forte de' Marmi, come alla marina di Massa, come all'Avenza, dove un anno è mare discretamente profondo, pochi anni dopo è sabbia e terra asciutta. La fortezza di Motrone costruita sul mare nel 1158 o nel 1160, e certo esistente nel 1169, a tutela di un porto dei Lucchesi, e della quale non sono ora rimasti che i ruderi, è distante dal mare pa-

¹ MURATORI, *Rerum italicarum scriptores*, VI, 342 e seg.

² S. BONGI, Nota sulle marine lucchesi, pag. 42, Lucca 1865.

³ S. BONGI, pag. 42.

⁴ BONGI, pag. 46. Riformagioni del Consiglio Lucchese, 4 maggio 1761-1768, pag. 115 e 24 dicembre 1768.

recchie centinaia di metri. Luni, le cui bianche marmoree mura erano da Rutilio Numaziano vedute da vicino dal mare, ne dista ora qualche chilometro. Tenendo conto esatto delle distanze e dei tempi, si potrebbe avere una giusta misura dell'avanzamento medio della spiaggia in quei luoghi; questo avanzamento è maggiore, se invece di uno dei lati estremi del litorale, prendiamo a considerare quella parte che sta direttamente in faccia al Monte Pisano.

Ai tempi nei quali Strabone scriveva l'opera sua (nacque egli l'anno 66 a. C.), vale a dire sul principio dell'era volgare, Pisa distava dal mare 20 stadii olimpici: or, secondo il più comune consenso, equivalendo lo stadio olimpico a 600 piedi greci, cioè ad $\frac{1}{8}$ di miglio romano, od a 185 metri, 20 stadii olimpici equivalgono a 2 miglia e mezzo romane, a 3700 metri, ed a poco più di 2 miglia ed un quarto toscane ragguagliate a metri 1620 l'una. La tradizione narra, che poco dopo l'epoca di Strabone, nell'anno 42 dell'era volgare, secondo le versioni le più probabili, venendo l'apostolo Pietro in Italia, sbarcasse presso a poco dove ora è San Pietro in Grado, lungi, secondo le misure prese sulle carte geografiche, dal litorale odierno, circa 9,273 metri, e dall'altezza di Pisa circa 4,637 metri; e questa tradizione potrebbe indicare, se non altro, che il mare in quell'epoca all'incirca giungeva fin là, la qual cosa non è punto contraria alla probabilità; anzi è molto più verosimile che il mare fosse anche assai più addentro di dove ora sono il paese e la chiesa di S. Pietro, perchè altrimenti dai tempi di Strabone a quelli di San Pietro si avrebbe una proporzione troppo forte nell'avanzamento della spiaggia, mentre, come vedremo, la si avrebbe troppo piccola, e si può dire a priori troppo minore della realtà, nei tempi che passano fra l'età di S. Pietro e l'epoca della repubblica pisana. Nel 933 fu a Pisa Beniamino Tudelense, e trovò la città lontana dal mare 4 miglia, che ragguagliate come miglia Romane a 1479,47 metri, equivarrebbero a metri 5917,88. Circa a quell'epoca, alla foce d'Arno, quando appunto essa era lontana da Pisa 4 miglia, fu fatto un ospizio per uso dei passeggeri, del quale si ha memoria che già esistesse nel 1100, prima che fosse convertito in monastero di reclusi col titolo di S. Croce, e più tardi di S. Bernardo alla Foce d'Arno; nel 1266 questo convento fu abbandonato, per essere il luogo, benchè divenuto alquanto lontano dalla spiaggia, troppo esposto ai corsari. Nè il mare doveva essere poco più lontano di 4 miglia da Pisa, quando, non lungi dalla riva di esso, nel 1084, fu fondato dagli arcivescovi sulla destra riva dell'Arno, nella tenuta di S. Rossore, un monastero di Benedettini. Quel luogo è ora lontano dall'altezza di Pisa circa 5873 metri, e dal litorale odierno circa 6492 metri. Quando poi, nel 1406, Pisa divenne soggetta ai Fiorentini, narra Goro di Stagio Dati, nella sua cronaca, che, mentre essa distava 3 miglia dai monti dalla parte di Lucca, era lontana 5 miglia dalla foce d'Arno, e per quel che pare, il Dati intendeva miglia toscane: il lido arrivava dunque allora, presso a poco dove ora è il luogo detto Rotta, sulla sinistra dell'Arno, e la distanza più breve in linea retta da Pisa al mare poteva essere di poco più di 8600 metri. Al dì d'oggi, Pisa è distante dal punto più vicino del mare, cioè dalla spiaggia del Gombo, poco su poco giù, circa sette miglia toscane, cioè 12,365 metri.

L'esame dell'avanzamento della spiaggia pisana, corredato da molti documenti inediti che potrebbero rintracciarsi e dalla conoscenza accurata dei luoghi, potrebbe formare l'oggetto di un importante studio storico più che geologico; per ora ci contenteremo di quel poco che abbiamo detto e che di per sè è più che sufficiente a dimostrare la recentissima origine della maggior parte della nostra pianura, e l'epoca di questa, almeno da S. Pietro in Grado e da S. Rossore al mare, non più antica certo dell'era volgare. In tutta la spiaggia poi, da presso Livorno a Luni, tracce di stazioni e di monumenti romani, e nomi di origine verosimilmente romana, non se ne ritrovano che al di là di una linea assai dentro terra, e per lo più, specialmente dal Serchio alla Magra, lungo monte: a ponente di quella linea erano o paludi o mare, ed i luoghi abitati sono tutti di origine medio-evale o più recente.

Le misure date dagli autori sopra citati non possono ritenersi come assolutamente precise, nondimeno possiamo paragonarle fra di loro per trarne la proporzione media verosimile dell'avanzarsi del litorale. I risultati sommarii del paragone sono esposti nel quadro seguente:

EPOCA DELLA OSSERVAZIONE	LONTANANZA DEL LIDO DA PISA IN METRI	NUMERO DEGLI ANNI DECORSI FRA UNA OSSERVA- ZIONE E L'ALTRA	NUMERO DEI METRI D'AVANZAMENTO DEL LIDO FRA UNA OSSER- VAZIONE E L'ALTRA	AVANZAMENTO MEDIO ANNUO NEI DIVERSI PERIODI IN METRI
<i>Strabone</i> Anno 1° ? dell'Era volgare . . .	3,700			
<i>Beniamino Tudelense</i> Anno 933	5,917	933	2,217	2,37
<i>Goro di Stagio Dati</i> Anno 1406	8,600	473	2,683	5,67
<i>Carta dello Stato Maggiore</i> <i>generale austriaco</i> Anno 1841	12,365	435	3,765	8,65

È inutile ricordare che queste cifre, fondate sopra dati che non ebbero la pretesa di essere precisi ma soltanto approssimativi, e dedotte senza lunghe discussioni quali occorrerebbero, sono assai approssimative e molto ipotetiche esse pure. Il dato più preciso che ci viene offerto dagli autori esaminati, è probabilmente quello del geografo Strabone, del quale però non sappiamo, se non a un dipresso d'una ventina d'anni, in quale epoca scrivesse; nondimeno considerando la distanza notata da lui fra Pisa ed il mare, come esistente ad un bel circa nell'anno primo dell'era nostra, e paragonandola colla distanza indicata nella Carta dello Stato maggiore austriaco nel 1841, troviamo la proporzione dell'avanzamento annuo medio della spiaggia essere di m. 4,70,

la quale mirabilmente concorda colla cifra approssimativa di 5 metri che viene data dalla gente pratica del luogo, come misura del protendimento della spiaggia intorno alla Bocca d'Arno. Devesi notare però che qualche anno, ivi come in tutti i punti del lido adiacente, il mare si ritira assai più, fino di 8 e di 15 metri; ma in qualche burrasca di poi, riprende una buona parte del terreno che avea abbandonato. Per citare un qualche esempio, la Torraccia presso il Marzocco, che è una delle antiche torri del Porto Pisano, a' tempi di questo posta assai innanzi nel mare, nel 1874 era tutta entro terra: l'anno dopo era di nuovo isolata nel mare, e nel giugno appena cominciava a connettersi di nuovo colla terra. Poco ancora sappiamo delle leggi dell'avanzamento dei litorali; e può essere che la misura di questo non sia uniforme, ma a condizioni rimanenti pari vada realmente accelerandosi mano mano che il raggio del cordone litorale diventa maggiore; infatti sul primo la quantità della materia portata dagl'influenti si deve distribuire sopra una curva più estesa, mentre all'ultimo può rimanere concentrata sopra spazii via via minori.

Tornando per un momentino al proposito nostro, la storia scritta non accenna in modo positivo che al di là dei tempi di Strabone il mare fosse ancora più vicino a Pisa, ma nell'affermare ciò potrebbero bastarci senz'altro i criterii e le leggi imprescindibili della storia.

Pisa, città antichissima fra le italiane, forse fu la prima stazione stabilita da un popolo avanzato in civiltà, in questa parte del lido tirreno fra la Magra e l'Ardenza, alla foce di uno dei fiumi più adattati e più importanti pel commercio della regione circostante; e quando fu costruita, non potè esserlo se non sulle rive immediate del mare. Chi partendosi dai tempi di Strabone, e prendendo a punto di partenza l'avanzamento annuo del litorale di metri 4,70, volesse darsi il gusto di ricercare quanti anni innanzi l'era volgare il mare giungesse fino al limite odierno più occidentale di Pisa, e quanti anni innanzi, per lo meno, fosse cominciato ad abitare il luogo dove ora è questa città, giungerebbe al limite minimo di 787 anni, cioè a qualche diecina d'anni innanzi all'epoca, ritenuta come probabile dagli storici, della fondazione di Roma. Ma forse l'avanzamento del lido in que' tempi era un poco meno sollecito, per le ragioni supposte di sopra, e d'altra parte la stazione di Pisa, come Viareggio e come gli altri luoghi che si trovano in simili circostanze, costruita da prima un po' più dentro terra, forse venne estendendosi via via seguendo il protendimento del litorale. Il fatto è che tutti gli storici diedero a Pisa una antichità assai maggiore di 8 o 9 secoli innanzi l'era volgare; STRABONE solo la dice fondata dai Greci dopo la distruzione di Troia; ¹ mentre VIRGILIO, ² PLINIO, ³ CATONE, DIONISIO D'ALICARNASSO e RUTILIO NUMAZIANO, o implicitamente od esplicitamente le danno una origine anche più antica, attribuendone la fondazione ai Greci o Pelasgi guidati da Pelope.

¹ Lib. V.

² *Eneid.* L. X, v. 175.

³ L. III, C. V.

Non è mio scopo, scrivere storia; a me serve concludere una volta di più, come la nostra scienza ben intesa possa più volte recarle sussidio; e basta il notare, come l'uomo già da lungo tempo civile, in tempi preistorici per noi, ma storici per altri popoli, abitasse questi luoghi d'Italia, quando il mare era assai più in dentro che non ora, e più a ridosso del Monte Pisano.

La geologia dice del resto da sè, senza altre prove, che in epoca recente ivi fu il mare, perchè come ho notato nel principio del capitolo, scavando il terreno, a poca profondità si trovano ancora qua e là i resti degli animali che vissero in seno al medesimo: bisogna dunque abituarsi a considerare come assai recente l'estendimento di questo tratto di litorale; ed il mare durò probabilmente presso il Monte Pisano, per lungo tratto ancora dopo che l'*Hippopotamus Pentlandi* dell'epoca postpliocenica, era campato in riva ad esso ad Uliveto. Al piede delle Alpi Apuane, che rimangono ad una delle estremità del triangolo più volte nominato, il mare dovè rimanere fino a tempi più recenti che non al piede del Monte Pisano. Sabbie ed argille marine formano ivi pure il litorale, salvo i sedimenti ghiaiosi, per lo meno postpliocenici, accumulati alla foce delle valli maggiori della Versilia, del Frigido e del Carrione. Quand'anche poi non si voglia tenere conto più di quel che meritino, delle tradizioni che narrano di antichi porti esistenti alla Pieve a Elci ed altrove, e del mare che toccava il piede del monte di Vecchiano, del Salto della Cervia e d'altre pendici, basta por mente ad un altro ordine di fenomeni, e precisamente agli scoscendimenti ed ai terrazzi verticali a piombo sopra il piano sabbioso, dai quali sembra che ieri appena il mare siasi allontanato; esempio bellissimo di questo fatto si presenta fra gli altri al Salto della Cervia, che la strada napoleonica e la via ferrata rasentano, fra le stazioni ferroviare di Querceta (Serravezza) e di Massa. Le linee rette, le quali nel lato occidentale confinano i dirupati fianchi esterni dei Monti Apuani, tra una vallata e l'altra, e gli ampi imbuto scavati all'esterno delle vallate principali, strette al loro cominciamento nell'interno dei monti, e che dovevano prima formare quasi dei *fiordi*, basterebbero di per sè a provare la lunga permanenza e la non antica presenza del mare in que' luoghi, dopo che già le pendici dei monti e le cavità delle valli erano disegnate come ora sono.

Fino ad ora si è parlato del semplice protendimento della spiaggia, senza ricercare se fenomeni estrinseci di sollevamento o di abbassamento sieno intervenuti a complicare le cose. Il semplice aumentarsi del litorale non può valere come argomento a provare che il terreno si solleva, poichè lo spazio nel quale esso è compreso, può riguardarsi come un recipiente che via via si riempia per l'aggiunta di materie immessevi dal di fuori; e se i promontorii dei Monti Livornesi e della Spezia si arretrassero, ingoiati dal mare, il litorale intermedio retrocederebbe e diminuirebbe esso pure, con cammino contrario a quello fatto fin qui, come è avvenuto delle Lande del Medoc al Sud della Gironda, in Francia, le quali si ritirano sempre più, dopo la scomparsa del promontorio, del quale non è rimasto se non lo scoglio di Cordonan. Tutto al più, quest'avanzamento potrebbe condurre ad escludere la presenza di un abbassamento tale, che valesse a deprimere il litorale, di quanto l'opera del riempi-

mento tende ad innalzarlo. Altri potrebbe vedere una prova od almeno un forte indizio di sollevamento, nel fatto, che al di sotto della città di Pisa, e nel palude di Coltano, scavando fino al livello medio dell'odierno mare, si trovano immediatamente dei sedimenti argillosi, quali di solito si formano al disotto del mare, contenenti conchiglie marine; ma anco questo argomento, per verità, non riesce a nulla, poichè ogni giorno, sul litorale nostro al Marzocco e negli altri litorali, si vedono delle argille con spoglie di animali marini conservate a perfezione, gettate ed accumulate sulla spiaggia fino ad un metro e più sopra il livello medio del mare. Per un altro lato, parrebbe dovesse decidere la questione a favore dell'abbassamento il fatto delle querci e degli alberi trovati in posto, parecchi metri al disotto del terreno odierno, alla Madonna dell'Acqua e nei dintorni di Cascina; e questo fatto stesso è addotto di frequente come prova dell'abbassamento di altre regioni litorali, e p. e. della valle del Po e della spiaggia dell'Adriatico: io ritengo però, che se il medesimo prova realmente l'esistenza di una depressione avvenuta per una ampiezza più o meno grande nel terreno, non può bastare a dimostrare l'abbassamento del sottosuolo della regione. Consimili depressioni locali, talora limitate, spesso anche estese, sono frequentissime, ed anzi debbono avvenire di necessità nelle regioni pianeggianti costituite da terreni recenti soffici e quorosi, come sono appunto la pianura del Po, e la pianura pisana; qualche esempio di facile verificaazione, accaduto sotto ai nostri occhi, potrà servire di utile ammaestramento. Chiunque ha pratica delle ferrovie e delle strade battute nei litorali recenti, sa quanto sia difficile il fondare stabilmente e spesso anche mantenere il piano della strada, perchè la pressione maggiore delle materie che sono destinate a formare il rialzo della via, pigiando il sottostante terreno e rompendone l'equilibrio, lo deprimono e vi si affondano: nel costruire la via ferrata di Pisa a Livorno, in certi punti presso il palude di Stagno, non bastava affondare un solo pino, per reggere il terrapieno, chè il terreno ne inghiottiva fin 3 e 4 uno sopra l'altro, nè l'argine è stabile troppo nemmeno oggidì. Nella via ferrata tra Viareggio e Pietrasanta, presso il Baccatoio, dopo 10 anni, il terrapieno era affondato più di un braccio, ed occorre rialzarlo continuamente con nuove ghiaie; tra Serravezza e Massa, di faccia al Salto della Cervia, il viadotto si è sprofondato quasi un metro e mezzo, e lo si è dovuto riaccomodare già due volte; così pure l'antica strada Romana che traversava il palude di Porta fra Massa e Pietrasanta, è presentemente affondata sotto l'antico piano del lago. È molto naturale che questi fenomeni accadano col decorrere del tempo, perchè i terreni del litorale, come si sa, sono composti di torbe e di sabbie o d'argille; ora le materie vegetali seppellite sotto la superficie del suolo, e che formano un alto strato fino a che sono poco alterate, cominciano a poco per volta a perdere i gas e molte delle materie che le compongono, sicchè finalmente si riducono a formare piccoli straterelli assai minori de' banchi di prima, e così il terreno si deprime; le materie saline e le altre più o meno facilmente solubili, come il carbonato di calce, contenute nelle argille e nelle sabbie, se ne vanno esse pure a poco per volta, e così pure la massa degli strati vien meno. A questo proposito, può accadere talora come intorno al lago di Massaciuccoli, dove banchi di sabbia si trovano sopra a

dei letti torbosi, dai quali si svolge abbondantemente acido carbonico; questo, disciolto nelle acque, asporta tutto il carbonato di calce delle sabbie soprastanti, ne diminuisce così il volume, e lascia soltanto la rena silicea, la quale presso Massaciuccoli viene attivamente scavata per le segherie dei marmi. Altra potente cagione di una depressione generale, è il sopravvenire di nuovi sedimenti che pigiano quelli antichi, e li costringono a riempire gli spazii vuoti e a deprimersi. Così, o per una ragione o per l'altra, o per tutte insieme, il terreno superficiale si abbassa grandemente, senza che però si abbia un vero abbassamento regionale del sottosuolo, ed anzi, bene spesso, ad onta di qualche reale sollevamento. Per questa ragione, io credo che molto sarebbe a dirsi contro all'opinione di chi, dalla semplice depressione della superficie del suolo in varii luoghi, vorrebbe dedurre, contro ad un insieme di altri fatti più sostanziali, l'esistenza di un abbassamento in questo od in quel litorale; come pure son di parere, che le depressioni locali qua e là esaminate nella pianura pisana, non abbiano alcuna importanza nella questione dell'abbassamento e del sollevamento della regione circostante.

Del resto, per uno degli estremi del litorale si hanno prove certe di un sollevamento piuttosto grande, recentissimo, anzi contemporaneo; infatti, a ridosso dei Monti Livornesi, la panchina recente è sollevata al disopra del mare, di circa 30 metri, insieme col macigno del Boccale; verso Livorno poi il sollevamento va sempre più diminuendo, ma rimane sensibile fino alla città. Non so che prove dirette di sollevamento recente sieno state notate sul litorale della Spezia, che sta all'estremo opposto di quello de' Monti Livornesi; ma tracce di sollevamento recente si trovano nelle Alpi Apuane e nel Monte Pisano, come vedremo anche meglio nel capitolo seguente, nei terrazzi delle valli, e nei solchi dei torrenti maggiori, cioè del Carrione, del Frigido e della Serravezza, sprofondati per varie decine di metri nei terreni alluvionali, per lo meno postpliocenici, che stanno dalla parte del mare, e che posati sopra solide rocce e costituiti da materie tenaci e compatte, non hanno subito alcuna depressione nè alcun abbassamento. Io credo perciò che il litorale fra la Magra e l'Ardenza possa con ragione essere portato come esempio di un litorale in via di sollevamento. Recentemente il DE COSSIGNY, scoprendo, con molto criterio, nuove sorgenti di studii relativamente ai rapporti possibili tra i movimenti del suolo e la configurazione dei piani litorali, manifestava la supposizione che un sollevamento abbia luogo in quelle coste sabbiose, nelle quali si trovano parecchi cordoni litorali paralleli fra loro, lontani dal mare, e nelle quali è una spiaggia sabbiosa, continua, elevata, colla superficie generale parallela al fondo primitivo, ma più alta di questo, come è appunto, secondo uno o due dei tre esempj che egli cita, la spiaggia dalla bocca di Magra a quella dell'Arno.¹ Stando al DE COSSIGNY, le medesime leggi che presiedono, secondo

¹ DE COSSIGNY, *Sur la corrélation qui existe entre les oscillations du sol et la configuration des côtes de la mer*, (Bull. Société Géol. Franc., 1875, 1 avril).

le scoperte di DARWIN, alla disposizione degli atolli intorno ai litorali delle isole della Malesia e dell'Oceano Indiano, presiederebbero alla disposizione delle dune e dei cordoni litorali intorno alle spiagge dei nostri continenti. Io che non ho per ora studiato l'argomento, non posso dir nulla nè a conferma nè ad opposizione delle opinioni del DE COSSIGNY; ma è notevole come la supposizione da esso fatta del sollevamento del litorale apuano-pisano, si accordi con le deduzioni logiche le quali si possono trarre dagli altri fatti esaminati.

DESCRIZIONE OROGRAFICA.

CAPO I. — STORIA OROGRAFICA ED IDROGRAFICA DEL MONTE PISANO.

Fin ora si è parlato della natura delle rocce le quali costituiscono il Monte Pisano; presentemente ci occuperemo dei movimenti subiti dalle medesime nelle varie epoche geologiche, e si farà un po' di storia orografica del Monte medesimo, prima di per sè stessa, poi in rapporto con tutta la regione circostante.

Ho già accennato come non sembri esistano discordanze di stratificazione nè di tempo, nelle rocce le quali costituiscono il Monte Pisano, a cominciare da quelle più antiche, fino al lias superiore, e forse fino a qualche altro piano più recente. Non è già che da questo fatto si possa dedurre l'assoluta continuità della sedimentazione, la quale non si verifica mai in natura, nè che si possano del tutto escludere fenomeni di sollevamento o di abbassamento, intervenuti nella regione nella quale le rocce si depositavano; anzi la presenza di ghiaiette e di rocce frammentarie nelle parti superiori degli schisti attribuiti al trias, parrebbe dovesse accennare a qualche movimento ed a qualche emersione del suolo. Ad ogni modo, lo stato delle cose non ci dà alcuna autorità di riconoscere tracce di qualche più antica serie montuosa nel Monte Pisano, nello stesso modo che tale autorità mi pare non ci sia data dalle altre serie montuose circonvicine.

Possiamo invece ben affermare l'opposto, quando si venga a considerare quel periodo che decorre fra il lias superiore, tutt'al più, e la creta media. Delle rocce corrispondenti a questo periodo nella massima parte dell'Italia centrale, come già fu notato a suo tempo, poco ancora sappiamo, e le attribuiamo con probabile verità, benchè senza decisi fondamenti al Titoniano ed al Neocomiano, della quale epoca infatti sono alcune rocce dell'Apennino marchigiano ed umbro. Ad ogni modo sembra che al postutto manchino nel Monte Pisano varie delle zone di rocce rispondenti a quell'intervallo di tempo geologico, e sebbene ivi fra la creta media od i calcari con selce, forse neocomiani, e le rocce antiche sottostanti, non si veda quella discordanza apparente di stratificazione che esiste in altre elevazioni montuose della Toscana, pur si ha tutto il diritto di dire che la storia del Monte Pisano in quel periodo non fu diversa da quella degli altri monti consimili, e che un sollevamento, poco dopo l'epoca giurassica superiore, era già intervenuto a dargli in parte quella individualità che poi ha conservata più o meno, attraverso a tutti i fenomeni dei tempi posteriori, fino ad og-

gidi. Una simile interruzione del resto, come risulta dalle osservazioni del SUSS, ¹ è abbastanza generale in tutto l'emisfero settentrionale della terra. Dall'epoca cretacea superiore in poi, le discordanze di stratificazione nel Monte Pisano, si fanno manifeste, e sono continue. Gli strati delle rocce cretacee superiori di S. Ginese sono discordanti con quelli degli schisti triassici adiacenti. Le rocce cretacee, alla lor volta, come stanno discordanti pella stratificazione, o pel tempo della sedimentazione, sopra le rocce liassiche o triassiche, così sono discordanti e per la stratificazione e pel tempo della sedimentazione, sotto all'eocene medio; dacchè infatti mancano fra il macigno ed il calcare screziato superiore una buona parte della creta superiore e l'eocene inferiore.

Nel periodo rispondente all'epoca cretacea superiore ed eocenica, si possono meglio riconoscere e studiare le forme orografiche del Monte Pisano. Durante l'epoca cretacea inferiore e media esso doveva essere già decisamente formato, ed esposto alle circostanze distruggitrici esteriori; dipoi, forse in corrispondenza al sollevamento che doveva produrre l'Apennino, eran lentamente continuati ed eransi rinnovellati i sollevamenti del Monte Pisano e degli antichi monti consimili, fino a che queste elevazioni montuose furon ridotte presso a poco nelle circostanze nelle quali le vediamo oggidì. Se pel Monte Pisano non si possono ben distinguere tutti i periodi del sollevamento posteriore di poco all'epoca liassica, si può per altro, parmi, con qualche verosimiglianza, trarre alcuna conclusione sulla condizione nella quale era quel Monte, dopo che eziandio i sollevamenti dei terreni cretacei ed almeno quelli della creta superiore, furono avvenuti. Per ciò fare, descriverò la disposizione delle rocce di epoca anteriore all'eocenica ed alla cretacea superiore, quale ora è rimasta, acciocchè conoscendo meglio che si può il presente, si possa trovare qualche punto d'appoggio fisso, per rimontare con meno incertezza al passato.

Il sollevamento primitivo adunque, operò sugli strati, dirigendoli a modo di cupola elissoideale avente il suo asse diretto circa da N. a S., o da N. N. N. O. a S. S. S. E. . Questa direzione non apparisce invero dal semplice esame geografico del Monte, che ha la sua maggior lunghezza da N. O. a S. E; ma ben risulta dalla osservazione della disposizione degli strati, nelle singole porzioni della elissoide. Essi infatti dalla parte del Tirreno, sono inclinati verso ponente, o verso S. O. o N. O., e dalla parte della terraferma, ad oriente, inclinano verso E. o N. E. . Le sommità del Monte, costituite dagli strati schistosi triassici, rispondono presso a poco al punto culminante della elissoide; però questi schisti centrali, anzichè formare dei cerchi interi, sono appena più scompolti, negli strati superiori, nel fianco orientale verso il palude di Bientina ed il piano di Lucca. Soltanto nel lato a S. O., la loro cerchia esterna è completa, salvo le interruzioni prodotte dall'apertura delle valli, fra la quale la valle di Calci è la maggiore.

I calcari infraliassici che immediatamente succedono agli schisti, formano una serie abbastanza completa, salvo le frequenti ed ampie interruzioni prodotte dalle valli, nella cerchia a S. O. della elissoide; sono poi più continui e senza interruzione con tutte le altre rocce sovrapposte, nel breve tratto più settentrionale del Monte Pi-

¹ E. SUSS, *Die Entstehung der Alpen*, Abschnitt VI, Wien, Braumüller 1875.

sano, che forma una parte piccolissima della cerchia occidentale dell'elissoide medesima, dove appunto tutti gli strati delle rocce sono acquapendenti verso ponente. Le rocce liassiche e quelle cretacee inferiori e medie, si trovano soltanto in questo breve tratto e mancano dappertutto altrove: gli strati cretacei superiori, oltre che in una breve porzione di quel tratto, si trovano anche nel lato N. E. nel colle di S. Ginese. Come si vede adunque, il Monte Pisano non forma oggigiorno una elissoide in tutto perfetta, come avrebbe dovuto essere se la cerchia de' suoi strati fosse stata più completa nel modo in cui dovette essere a principio. Dalla disposizione degli strati, risulta che le pendici opposte della elissoide furono sollevate in modo simmetrico non disegualmente, e che la elissoide insomma non è, come direbbe alcuno, *unilaterale*; deduzione che può avere qualche importanza pello studio della formazione dei monti. Se a tutti i lati manca qualche parte della cerchia di alcune rocce, e se ad uno qualsiasi dei lati, essa manca più che nel lato opposto, riguardando le porzioni che sono rimaste, non si ha fondamento alcuno di attribuire quel fatto ad altro che al modo di agire diverso delle forze atmosferiche, ed all'intensità differente della denudazione. Il tratto più scompleto, come già ho notato, è quello di levante, verso il palude di Bientina ed il Lucchese, mentre lo è meno assai quello di ponente, rivolto al mare Tirreno.

Questa cosa intanto è buona a notarsi, perchè in passato, qualche volta per certe ipotesi, partendo dall'opinione che l'elissoide fosse unilaterale, cioè cogli strati da una parte completi, da un'altra parte presentanti le testate, fu fatta supposizione che la parte più mancante della cerchia del Monte Pisano si trovasse dal lato del mare; la quale idea, come si è visto, è direttamente contraria alla realtà delle cose.

Da quello che si è detto, si può fin d'ora dedurre quanto potente e perciò quanto lunga e durevole dovette essere la denudazione della cupola elissoideale, dopo che il sollevamento la fece emergere. Chi volesse figurarsela tutta intera, indipendentemente dalle denudazioni, dovrebbe supporla estesa in parte della pianura alluvionale pisana, e farle invadere un ampio tratto dei terreni alluvionali, pliocenici, ed eocenici, della Val di Nievole ed anche forse della parte inferiore della valle del Serchio.

Quanto alla disposizione ed alla inclinazione degli strati, si può anche notare che nel lato di O. e di S. O. gli strati generalmente inclinati verso ponente, quando sono strati schistosi che si trovano in prossimità di altri calcarei, hanno talora tendenza a rovesciarsi dalla parte del mare e ad inclinarsi per un verso contrario a quello solito. Un simile fatto si può verificare negli schisti triassici sottostanti ai calcari infraliassici di Asciano e di Agnano, come pure negli schisti liassici superiori adiacenti al calcare dolomitico e con selce di Rigoli e di Pugnano: tendenza a divenir verticali e ad inclinarsi verso ponente, l'hanno pure gli strati del calcare liassico medio, di verso Caldaccoli. Può essere che tali fenomeni abbiano la loro importanza, come dirò anche nel capitolo seguente; ma può darsi eziandio che derivino da circostanze del tutto limitate e locali, cioè dalla pressione avvenuta fra rocce di natura diversa, schistose e calcaree, come anche altrove ho veduto sovente accadere.

Per ricercare a quale epoca rimonti la discontinuità della elissoide pisana, ed in

qual proporzione fosse già accaduta prima che avvenisse la sedimentazione dei terreni cretacei, quindi il sollevamento loro, mancano quasi del tutto i criterii; si può dire però che dessa fosse già assai estesa poco men d'oggi durante l'epoca cretacea superiore, e molto più durante l'eocenica. Infatti, prescindendo da quei lembi dell'eocene medio e della creta superiore che ricoprono la creta media a Ripafratta, troviamo un lembo di *Macigno*, il quale sta discordante a ridosso del lias superiore, fra Montuolo e Cerasomma, e soprattutto ne troviamo un altro lembo, insieme con rocce della creta superiore, a diretto contatto cogli strati non più recenti del trias, a S. Ginese, nella porzione orientale della elissoide. Ciò vuol dire che la grandiosa discontinuità di questa esisteva fin prima della sedimentazione del *Macigno*, e se, sopprimendo questo, supponiamo per un momento in sua vece il libero mare dell'epoca eocenica, troviamo che il Monte Pisano deve aver avuta allora una estensione ed una forma non molto diversa da quella che desso ha oggidì. Se per una parte le sue pendici erano più basse di qualche metro, per dar luogo alla sedimentazione del *Macigno* ora sollevato, per l'altra, le sue sommità che non ancora avean subita tutta la denudazione posteriore, dovevan essere qualche metro più alte; la corrosione poi avvenuta nei contorni esteriori, per opera del mare e delle foci dei fiumi, deve compensare all'incirca l'arricchimento portato alla giogaia montuosa dal sollevamento dei piccoli lembi di *Macigno* citati. Ad ogni modo, se si consideri la relativa lentezza colla quale avviene il denudamento delle giogaie montuose, e la poca differenza che era tra il Monte Pisano nel periodo eocenico ed il Monte medesimo nel periodo odierno, si può ben concludere che da antica data deve essere cominciata la spogliazione di esso, e si può trovare un argomento di più a supporre che quella spogliazione sia cominciata fin dal primo sollevamento avvenuto dopo l'epoca liassica.

Da quel che si è detto risulta implicitamente, che il Monte Pisano, il quale già dopo l'epoca della creta media, formava una elevazione montuosa poco diversa da quella d'ora, continuò a sollevarsi insieme coll'Apennino e colla regione circostante anche di poi, per la qual cosa furono alzati i lembi eocenici di Ripafratta, di Cerasomma e di S. Ginese. Dopo l'epoca eocenica, esso dovea formare ancora un'isola nel mezzo al mare miocenico e pliocenico, il quale ultimo ha lasciato i suoi sedimenti in tutto il paese circostante e sino alle pendici del medesimo. Durante il periodo pliocenico, l'Apennino era già sollevato, e da esso, come dalle Alpi Apuane e dal Monte Pisano, scendevano i sedimenti che dovevano riempire i prossimi seni del mare: in questo tempo, il Monte Pisano dovea davvero essere ancora più simile a quello che è oggidì, poichè i sedimenti d'allora, sollevati orizzontalmente, giungono a circondarne le odierne pendici. Anche le foci delle valli dell'Apennino e delle Alpi Apuane circostanti, dobbiamo dire fossero già disposte come oggidì, dal momento che vediamo i terreni pliocenici riempire gli imbuti esteriori delle medesime; i criterii fin qui osservati, senza bisogno degli altri argomenti che derivare si possono dall'esame della disposizione generale dei nostri terreni pliocenici, possono bastare a provare, che non si può supporre, come talora si fa, la cerchia orientale dell'elissoide del Monte Pisano, durante l'epoca pliocenica, fosse assai più completa che non oggidì, e giungesse fino ai terreni liassici ed anche ad altri più recenti. Du-

rante e dopo il pliocene, il Monte Pisano ha continuato a sollevarsi come le Alpi Apuane, come l'Apennino, e come tutta la Toscana. Se però, dopo il pliocene, il mare si ritirò dal golfo chiuso ch'era ad oriente del Monte, e che ora forma il recipiente delle valli della Nievole, di Lucca e di Bientina, esso rimase ancora ad occidente. Di qui non si ritrasse se non più tardi, in epoca relativamente recente, dopo che il sollevamento dei Monti Livornesi fu avanzato in modo da formare argine, e da chiudere in parte, alla sua volta, anche questo golfo ad occidente del Monte Pisano; e fino a che, sollevati a modo i terreni pliocenici, non furon formati i letti dell'Arno e degli altri torrenti e fiumi minori, e non furon questi diretti in quel golfo a riempirlo coi loro sedimenti. Il lido pisano, come si è veduto, procede ancora, e tende a regolarsi sui due promotorii, avanzati nel mare, dei Monti Livornesi e della Spezia.

Il sollevamento dei terreni pliocenici al piede orientale del Monte Pisano sta contro, di per sè, alla supposizione fatta altre volte, quando l'epoca di quei terreni non era ancora riconosciuta, che il Monte si fosse sprofondato ed inabissato perdendo gran parte della sua estensione, dopo l'epoca pliocenica, mentre si eran sollevati i terreni della Toscana situati più a mezzogiorno fra Volterra e Siena. Io pure ho attribuito importanza ad un sollevamento, che secondo il SAVI, sarebbe avvenuto nei terreni pliocenici fra Volterra e Siena; ma oggidì si deve riconoscere, che dopo il pliocene tutta la regione della quale parliamo si è sollevata e si solleva, e che il sollevamento, come già altrove ho cominciato a stabilire,¹ è avvenuto principalmente con dipendenza dall'asse dell'Apennino, tanto da una parte quanto dall'altra d'Italia, così verso il Tirreno come verso l'Adriatico.

Che il sollevamento del Monte Pisano continuasse recentemente, e continui ancora, è cosa affermata da ogni nuovo fatto che venga considerato; fra gli altri, una pittoresca conferma la porgono i terrazzi, che sebbene non notati da alcuno in fino ad ora, si presentano all'occhio dell'attento osservatore in tutte le aperture delle valli, ed anche nell'interno delle medesime in Toscana, fino a 100 e 200 metri sopra il livello della pianura odierna, e che non mancano nemmeno nel Monte Pisano. La Val di Nievole, anzi tutte le pendici dell'antico golfo fra il Monte Pisano ed il Monte Albano, presentano due o tre serie di gradinate le quali meriterebbero di essere particolareggiatamente studiate e fatte conoscere; quasi tutti gli altri paesi posti sulle pendici dei monti circostanti sono costruiti sopra gradinate pianeggianti, e si trovano reciprocamente a livelli quasi eguali gli uni cogli altri; tali sono i paesi di Monte Carlo, Veneri, Monte Vettolini, Cécina, Larciano, Porciano, Monte Catini, ecc. Nel Monte Pisano si trovano simili gradinate corrispondenti in livello alle altre, e possiamo notarle fra gli altri luoghi, sopra Ripafratta al Cassero ed alla Torre del Roncioni, nei colli presso Vorno, presso Buti, presso Vico Pisano, e quasi in tutto il contorno del Monte. Non anderò a cercare quale e quanta parte vi abbia avuto il mare, e quanta se mai ve n'abbiano avuta i fiumi; ma constatato il fatto, e veduto che il mede-

¹ CARLO DE STEFANI, *I terreni subapennini dei dintorni di S. Miniato al Tedesco*, (Atti Soc. Tosc. di scienze naturali, vol. I, fasc. I) pag. 18, Pisa, 1875.

simo si trova in generale in quei paesi che hanno subito un sollevamento recente, ne deduco, senza guardare per un momento ad altri argomenti, che il Monte Pisano, come tutto il paese circostante, ha subito questo sollevamento, e che in quelle gradinate, o *terrazzi*, come si vogliano chiamare, ne sono rimaste le tracce.

Ed ora dovrei parlare dell'idrografia e del corso dei fiumi d'intorno al Monte Pisano nell'epoca recente; ma per dire il vero, onde sbrogliare in tutte le sue parti il ginepraio nel quale si sono voluti mettere quelli che hanno trattato in qualche parte la questione, dovrei scrivere una lunga e non facile dissertazione storica la quale sarebbe qui fuori di posto.

Molti scrittori di cose pisane ritengono che l'Arno ed il Serchio, in tempi non antichi, affluissero l'uno nell'altro al di sotto di Pisa, ed avessero una foce comune nel mare; ed a ritenere ciò si fondano sopra due testi di STRABONE e di RUTILIO NUMAZIANO.

STRABONE¹ narra come Pisa fosse costruita fra l'Arno e l'Aesar, od Auser come altri legge, e fin qui non sarebbe nulla a dire; l'Arno, egli continua, nasce presso Arezzo, l'Aesar od Auser nasce nell'Apennino, e sotto Pisa questi due fiumi si congiungono, alzando però e gonfiando talmente le loro acque, che da una riva non si può vedere chi sta sulla riva opposta: narra il geografo che coloro i quali pei primi fondarono Pisa, videro i due fiumi che andavano ad unirsi, gonfi ed impetuosi, l'uno coll'altro, per lo che spaventati si fecero promettere da loro che non avrebbero fatta irruzione nei campi, la quale promessa fu poi mantenuta, gonfiandosi le acque soltanto nel mezzo e non nei lati.

RUTILIO NUMAZIANO, il quale scriveva nel V secolo, accenna lo stesso fatto della congiunzione del Serchio coll'Arno nelle seguenti parole:

« Alpheae veterem contemplor originis urbem
 Quam cingunt geminis Arnus et Auser aquis,
 Conum pyramidis coeuntia flumina ducunt,
 Intratur modico frons patefacta solo.
 Sed proprium retinet communi in gurgite nomen,
 Et portum solus scilicet Arnus adit. »

Molti eruditi scrittori di cose pisane hanno ritenuto senz'altro esser vere le affermazioni di STRABONE e di RUTILIO; e fra questi, PIER VETTORI, VINCENZO BORGHINI, GUIDO GRANDI,² GIOVANNI TARGIONI³ e GIOVANNI NISTRI.⁴ Alcuni altri, cioè il DEMPSTERO⁵ ed il RONCIONI, non vi prestano fede. Il CUPPARI,⁶ fondato sopra documenti non di storia scritta, ma di scienza naturale, ed osservando come non siano rimaste tracce dei rigetti laterali che il fiume Serchio avrebbe dovuto lasciare, sotto forma di rialzi di terreno, in quel tratto che avrebbe dovuto percorrere per giungere all'Arno, conclude col dire che la sua foce fu sempre indipendente; e questo veramente mi sembra l'avviso più giusto. La strada

¹ STRABONE, *Geogr.*, lib. V.

² G. GRANDI, *Epist. de Pandectis*, ed. 2^a p. 194.

³ G. TARGIONI, *Viaggi in Toscana*, t. I, p. 402 e seg.

⁴ F. NISTRI, *I Bagni di S. Giuliano*.

⁵ *Etr. Reg.*, lib. V. cap. I.

⁶ P. CUPPARI, *Intorno alla geogenia agraria della pianura Pisana* (Atti dei Georgofili, vol. VII.), Firenze 1859.

più naturale che il Serchio doveva scegliere per andare al mare, tanto più quando la spiaggia era assai meno avanzata che non ora, doveva essere la più corta, e non quella di Pisa, d'assai più lunga e meno naturale. Il fenomeno che STRABONE racconta del rigonfiamento delle acque del Serchio e dell'Arno là dove si univano, il quale realmente accade talora nelle piene dei fiumi, ma soltanto per brevi tempi e non nelle circostanze ordinarie, e la narrazione della favola colla quale egli accompagna quella notizia, ritenendola, a quel che pare, per certa, tolgono fede anche alla affermazione della affluenza dei due fiumi in uno solo, e dispensano dal discutere se quell' Aesar od Auser mentovato dal geografo greco, invece d'essere il Serchio vero e proprio, fosse un braccio secondario del medesimo, ovvero un fosso derivante dal prossimo Monte Pisano. Il viaggiatore spagnuolo RUTILIO, il quale fu da sè a Pisa, in passaggio, qualche secolo dopo STRABONE, non vide e non notò il rigonfiamento delle acque, e nell'affermare egli pure l'affluenza dell'Auser nell'Arno, può ben essersi ingannato, come fanno tanti odierni viaggiatori di spasso, prestando fede al testo di STRABONE, o prendendo per un fiume d'importanza qualche torrente o fosso secondario, che realmente è esistito intorno a Pisa, e che sempre ha avuto nome, anche nei secoli di mezzo e nei tempi posteriori fino ad oggi, di Auser, di Ozzari, di Ozzoli, d'Oseretto e simili. Se altri geografi, come TOLOMEO, la cui descrizione del litorale tirreno è piena di errori, non menzionano partitamente la foce del Serchio in mare, non se ne può trarre fondamento a sostenere la verità di ciò che STRABONE disse, e molto meno questo si può sostenere coll'autorità di PLINIO,¹ il quale semplicemente accenna, *Pisae inter amnes Auserem et Arnem*.

Non vi ha memoria storica, nè è rimasta tradizione alcuna di un cambiamento di letto del Serchio, quale sarebbe dovuto avvenire dopo il secolo V, quando il fiume avesse acquistato il corso odierno e la foce indipendente da quella dell'Arno. Niuna traccia di quell'antico letto, e nessun nome che potrebbe far dubitare di esso, è rimasto nei dintorni di Pisa; ed in alcune antiche carte, delle quali le meno recenti rimontano al 730, quindi a non molti anni dopo il viaggio di RUTILIO, vengono menzionati soltanto dei paludi esistenti nei suburbii settentrionali della città.²

Nel 1089, secondo un diploma pubblicato dal TRONCI, l'imperatore Enrico IV, essendo in Sutri, donò ai canonici della chiesa di Pisa: « *Silvam Tumuli pisanorum, a faucibus veteris Sercli, usque ad fauces Arni, et a fossa Cuccii usque ad marem*. » Il vecchio Serchio menzionato in questa carta ed in altre successive, era un braccio del Serchio ed un antico letto dello stesso fiume principale, e risponde probabilmente al Fiume morto, chè tuttora in questi confini è compreso il bosco di S. Rossore: ad ogni modo da ciò si deduce che il Serchio aveva allora una foce indipendente, e che l'aveva avuta eziandio prima che il ramo sopra menzionato avesse potuto acquistare l'età ed il nome di vecchio. Del resto molti altri diplomi d'imperatori, e documenti lucchesi certissimi dell'XI e del XII secolo, parlano della foce del Serchio, come d'una foce ben distinta

¹ *Nat. Hist.*, lib. 2, cap. V.

² REPETTI, *Dizionario geografico e storico della Toscana*.

ed indipendente da quella dell'Arno, senza alludere minimamente a qualche mutamento che di recente fosse avvenuto nella medesima. Mi sembra poi che le tracce rimaste delle più antiche dune e degli antichi cordoni litorali, tanto sulla destra come sulla sinistra dell'Arno e del Serchio, non accennino punto ad una disposizione del litorale troppo diversa da quella d'oggi, nè mostrino una rientrata maggiore presso ai luoghi dove ora scorre il Serchio, nè una maggiore sporgenza presso alle pretese foci riunite dell'Arno e del Serchio, come sarebbe dovuto avvenire quando questi due fiumi, invece di sboccare in mare separatamente, avessero riunite in un alveo solo le loro sabbie ed i loro rigetti.

Se il Serchio nei tempi storici più antichi aveva foce nel mare, in qualsiasi modo, ad occidente del Monte Pisano, ciò esclude che desso scorresse attraverso al palude di Bientina ed avesse foce nell'Arno ad oriente del monte medesimo, come il RONCONI, ed il PUCCINI autore di una cronaca inedita lucchese, sospettavano. Sembra certo che dappoi il sollevamento della regione circostante al Monte Pisano, il Serchio abbia sempre tenuta la strada che ora tiene, per gittarsi in mare attraverso la gola di Ripafratta. Questa gola che segna la divisione fra il Monte Pisano e le Alpi Apuane esisteva anche prima dell'epoca eocenica, ed è scavata appunto in un sinclinale, formato da ambedue le parti, di strati sollevati del *Macigno* eocenico medio; anche durante l'epoca pliocenica deve esser rimasta da questa parte una comunicazione fra il golfo ad oriente del Monte Pisano, ed il mare libero ad occidente. Ma avvenuto il sollevamento del golfo, il Serchio dovette scegliere la strada di Ripafratta più corta e più in pendio. Per traversare il posto dell'odierno palude di Bientina e per gettarsi in Arno, il Serchio dovrebbe attraversare un terreno un poco elevato posto fra i colli di S. Ginese e quelli di Pozzeveri e di Altopascio assai vicini fra loro, il qual terreno gli serve per l'appunto di argine, dirigendone il corso piuttosto verso Ripafratta. La depressione di Bientina non dà punto l'idea di essere stata prodotta da un solcamento delle acque del Serchio, ma dimostra invece di essere in stretta correlazione colle acque dei torrentelli minori, assai numerosi, i quali derivano dai colli pliocenici che formano un grande prolungamento a ridosso dei monti delle Pizzorne, e che tutti infatti scendono nel palude di Bientina. I solchi e le gradinate minori prodotte nella parte occidentale dei colli, dalle Pizzorne fino alle Cerbaie, derivano tutte, anche verso la pianura lucchese, dai torrentelli secondarii che vi passano attraverso, nè mostran punto quella disposizione che avrebbero se le avesse prodotte il Serchio. Il Serchio invece, dalle sue sorgenti fino alla foce, ha tendenza a rodere alla destra il pendio orientale delle Alpi Apuane, sospinto sempre dai numerosi torrenti e fiumi derivanti dall'Apennino, che sboccano alla sua sinistra, ricchi di ghiaie e di sedimenti più assai dei fiumi e dei torrenti apuani. Anche nel piano di Lucca, il Serchio rode il piede delle Alpi Apuane; e le ultime pendici di queste, dal Castel di Moriano al Monte San Quirico, sono lambite spesse volte dalle acque sue: infatti quelle collinette, oltre al mostrare le tracce delle gradinate lasciate alla foce dai torrentelli derivanti dall'interno delle Alpi Apuane, mostrano pure d'aver subito uniformemente l'azione del fiume Serchio che ne cinge e ne corrode il lembo esterno. Ogni particolare orografico dei luoghi tende ad af-

fermare che il Serchio, dopo il sollevamento di quei terreni, non abbia avuto foce in Arno, ad oriente del Monte Pisano. Con tutto ciò, non si potrebbe escludere che sienvi talora state da quella parte delle comunicazioni fra l' un fiume e l'altro, anco più che ora non ve ne siano. La regione percorsa da essi e dalle acque del palude di Bientina è bassissima, ed anche oggidì vi può essere comunicazione per mezzo di canali fra il palude di Bientina ed il Serchio; ma ciò, ripeto, non esclude che i *bacini* idrografici dell'Arno e del Serchio siano disegnati in modo distinto l'uno dall'altro. Del lago di Bientina, come di quello di Fucecchio, non si può ritenere punto, come il MORO ritenne,¹ che la loro formazione sia stata in qualche rapporto con l' opera di ghiacciaie derivanti dalle valli sovrastanti. Più che veri laghi, prodotti dalla presenza di una diga qualsiasi a valle la quale arresti e rialzi le acque provenienti dal monte, essi sono acquitrini e paludi di poca profondità, che formano un semplice prolungamento di qualche valle, anzi delle valli che aperte ne' monti circostanti, trovano subitamente la loro foce in una pianura avente piccolissimo declivio. Quivi giunte, le acque de' torrentelli, imperversando senza guida e con poca spinta, a destra ed a sinistra, solcarono i terreni leggeri circostanti, scavarono un ampio bacino o fondo morto a piccola altezza sul mare, nel quale stagnarono, formando così de' paludi che l'opera dell'uomo ha poi colmati e per metà disseccati.

Ma per meglio comprendere la storia orografica antica del Monte Pisano, conviene studiarla tutta insieme con quella della serie della quale il Monte fa parte; la qual cosa appunto tenterò ora di fare.

CAPO II. — STORIA OROGRAFICA DEI MONTI METALLIFERI.

§ 1. — *Loro estensione e loro origine.*

Un sistema montuoso, secondo i geologi, è costituito da una serie di monti nei quali sia unità di luogo, unità di forme geologiche, ed unità di sollevamento. Così inteso, il modo di vedere dei geologi può diversificare alquanto da quello dei geografi, poichè i primi riguardano anche alla costituzione dei monti nelle epoche passate, mentre i secondi la considerano unicamente quale è nel presente, astraendo dalle circostanze trascorse, e tenendo conto solamente delle tracce che siano rimaste in fino ad oggidì; può darsi adunque che un lembo montuoso il quale faccia parte secondo i geologi di uno speciale sistema, sia lasciato dai geografi unito ad un sistema diverso, per la ragione che nelle vicende posteriori alla sua formazione, il primo si è trovato confuso col secondo. Ciò posto, veniamo a considerare nella *Catena metallifera* quei tre elementi che abbiamo detto contribuire alla distinzione dei sistemi montuosi.

¹ MORO, *Il gran ghiacciaio della Toscana.*

Il nome di *Catena metallifera* fu per la prima volta introdotto dal SAVI¹ per distinguere alcune alture formate da antiche rocce, ricche di filoni metalliferi, poste lungo le pendici tirrene della Toscana, diverse dai crinali dell'Apennino formati da rocce non antiche e poco o punto metallifere; i geologi toscani, dopo di lui, l'hanno sempre mantenuto, ad indicare una serie d'elevazioni montuose differenti e distinte da quelle apenniniche. Io naturalmente applicherò il nome a tutte quelle elevazioni che si accordano fra loro nelle condizioni d'unità sopra accennate, ancorchè dovesse venire compreso qualche lembo montuoso che le condizioni più manchevoli degli studii passati non avevan fatto conoscere, o non avevano permesso di congiungere cogli altri. Ed anzitutto indicherò questi singoli lembi, accennando soltanto i nomi di uno dei luoghi principali coi quali ciascuno di essi può venire designato. A cominciare dal settentrione, essi sono dunque: Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo (Prov. di Genova), Alpi Apuane, elissoide centrale ed elissoide delle Avane (Prov. di Genova, Massa, Lucca e Pisa), Sassalbo (Prov. di Massa e di Reggio), Val d'Ozola, Valbuona, Acquabona (Provincia di Reggio Emilia), Mommio, Soraggio, Corfino (Prov. di Massa), Monte Catini in Val di Nievole, Monsummano (Prov. di Lucca), Monte Pisano, Campiglia (Prov. di Pisa), Jano (Prov. di Firenze), Gorgona, Elba (Prov. di Livorno), Montagnola Senese, Ponte a Macereto, Monticiano, Monte Antico, Cetona (Prov. di Siena), Cornata di Gerfalco, Poggione di Prata, Serrabottini, Gavorrano, Casal di Pari, Monte Orsaio, Isole Formiche di Grosseto, Bella Marsilia, Monte Cristo, Giglio, Monte Argentaro, Ansedonia, Capalbio, Capalbiaccio, Giannutri, Roccastrada (Prov. di Grosseto), Monte Catria (Province di Perugia, Pesaro ed Ancona), Monte Malbe, Cesi, Marconessa (Prov. di Perugia), Monti Sibillini (Prov. di Perugia e di Ascoli), Monticelli (Prov. di Roma).

In generale sembra che i geologi ed i geografi italiani, se si escludono gli scrittori di geologia toscana discepoli del SAVI, non abbiano bene compresa la distinzione della *Catena metallifera*; infatti, il MARMOCCHI² confonde le elevazioni della *Catena* con le altre appartenenti al vero Apennino le quali s'intrecciano colla medesima, ed appella l'insieme *Anti-apennino*; la stessa riunione di serie montuose d'epoca diversa fa il PONZI,³ il quale chiama questa riunione *Catena litorale tirrena*, considera la *Catena metallifera* come una parte di essa, e sembra tenere disgiunte dalla *Catena metallifera* le Alpi Apuane ed il Monte Pisano; ma se quelle elevazioni diverse stanno insieme per unità di luogo, mancano di unità di forme geologiche e di unità di sollevamento, e debbono perciò attribuirsi a sistemi diversi, cioè in parte alla *Catena metallifera* nel significato che le dà il SAVI, in parte al vero Apennino.

I lembi indicati come facenti parte della *Catena metallifera*, si trovano tutti sopra una lunghezza di circa 240 miglia, chiusi da una parte dell'Apennino ligure e terminati dall'altra coll'Apennino centrale; tutti poi sono nel fianco occidentale del crinale maggiore dell'Apennino, eccetto i lembi della Provincia di Reggio ed alcuni altri

¹ P. SAVI, *Dei nuovi sollevamenti e abbassamenti che han dato alla Toscana la sua attuale configurazione* (Nuovo Giornale dei letterati), Pisa, 1837.

² MARMOCCHI, *Geografia fisica d'Italia*.

³ G. PONZI, *L'Italia e gli Appennini* (Studii sulla geografia naturale e civile d'Italia), Roma, 1875.

dell'Appennino centrale, che si trovano invece ad oriente di esso. La massima ampiezza di spazio nel quale si trovano spersi è di circa 135 miglia, dalla Gorgona al Monte Catria, e dal Monte Vettore all'Elba. Non rimane escluso che nello spazio stesso nel quale si estendono taluni dei monti indicati, se ne abbiano a trovare altri ignorati fin qui, specialmente nella Provincia di Grosseto, nelle Marche e nell'Umbria, e certamente fuori di quello spazio, per lungo e per largo, esistono altri lembi, i quali saranno aggiunti mano mano che gli studii si estenderanno e si completeranno.

Ho lasciato a bella posta i monti dell'Aspromonte, del Monte Cocuzzo e della Sila in Calabria, ed i Monti Peloritani in Sicilia, perchè sebbene tutti ora conven-gano che sono in stretto rapporto con gli altri accennati, pure in parte sono meno bene conosciuti, e d'altronde non si hanno quelle notizie che occorrerebbero intorno alla geologia di quel tratto d'Italia che sta fra di essi e gli altri; quindi le conclu-sioni che si potrebbero trarre a proposito di loro non sarebbero così giustificate come quelle che si trovarono a proposito dei primi; benchè, anche per questi, si abbiano a desiderare cognizioni più esatte e più ampie di quelle che si sono avute fino ad oggi.

Ora passerò ad indicare la varia natura dei terreni che si trovano nell'uno o nell'altro di que' monti, per dimostrare l'unicità della loro costituzione geologica, scu-sandomi, colla necessità del farlo, se più volte ripeterò la medesima o quasi medesima litania di nomi già conosciuta.

Schisti centrali, gneissici, di antica epoca, paleozoici o prepaleozoici, non si tro-vano se non nelle Alpi Apuane.

Schisti o calcari più o meno cristallini, in parte triassici, ed in qualche luogo car-boniferi si trovano al Capo Corvo, Alpi Apuane, Monte Pisano, Jano, Gorgona, Elba, Montagnola Senese, Ponte a Macereto, Monticiano, Monte Antico, Poggione di Prata (Boccheggiano), Serrabottini, Monte Orsaio, Bella Marsilia, Giglio, Monte Cristo, Monte Argentaro, Capalbio, Capalbiaccio, Roccastrada.

I calcari infraliassici compariscono nel Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane, Sassalbo? Corfino? Val d'Ozola? Monte Pisano, Campiglia, Jano, Gorgona, Elba, Montagnola Senese, Cetona, Gerfalco? Poggione di Prata? Serrabottini? Gavorrano? Casal di Pari? Monte Orsaio, Isole Formiche di Grosseto, Bella Marsilia, Giglio, Monte Argentaro, Ansedonia, Capalbio, Capalbiaccio, Giannutri.

I calcari del lias inferiore appaiono nei seguenti luoghi: Promontorio occi-dentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane, Sassalbo, Val d'Ozola, Valbona, Acqua-bona, Mommio, Soraggio, Corfino, Monsummano, Monte Pisano, Campiglia, Elba (valle di S. Miniato), Montagnola Senese, Cetona, Gerfalco, Prata, Serrabottini, Gavorrano, Monte Catria, Monte Malbe, Cesi, Monti Sibillini.

I calcari del lias medio sono ricordati, al Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane, Sassalbo? Val d'Ozola, Valbona, Acquabona?, Mommio, So-raggio, Corfino, Monsummano, Monte Pisano, Campiglia, Elba? Montagnola Senese? Ce-tona, Gerfalco, Monte Catria, Cesi, Marconessa, Monti Sibillini, Monticelli.

Finalmente i calcari e gli schisti del lias superiore, si trovano, nel Promontorio

occidentale della Spezia, Alpi Apuane, Monte Pisano, Monte Catini in Val di Nievole, Monsummano, Campiglia, Gerfalco? Cetona, Monte Catria, Cesi, Marconessa, Monti Sibillini, Monticelli.

Naturalmente taluno dei luoghi che sono stati indicati può contenere via via l'una o l'altra delle rocce che per ora non vi sono state trovate; ed i punti interrogativi posti di frequente, mostrano appunto che l'epoca delle rocce di quei luoghi non è ancora bene decisa; queste incertezze però non alterano punto l'insieme dei fatti e delle conclusioni che se ne potranno derivare. Intanto tutte quelle rocce, dovunque si trovino, si susseguono l'una all'altra sempre concordanti e sempre nell'ordine medesimo, talchè non accade mai di trovare questa o quella tra le rocce più recenti sovrapposta ad altra roccia che a quella la quale nella serie geologica le è immediatamente anteriore. Ciò vuol dire che vi è fra loro concordanza assoluta, non solo di stratificazione ma eziandio di tempo. Il Cocchi aveva creduto bensì che gli schisti *gneissici* centrali delle Alpi Apuane stessero discordanti coi sovrapposti calcari e schisti cristallini triassici, mentre nella realtà queste rocce sono perfettamente concordanti tra loro, anzi anco replicate volte alternanti: del resto eziandio l'Hoffmann che espressamente aveva visitato prima del Cocchi la linea di giunzione fra gli schisti *gneissici* ed i calcari cristallini, al Sagro ed in altri luoghi, non aveva fatta osservazione ad alcuna discordanza esistente fra gli uni e gli altri.¹ Qualche volta anche il Savi ha fatto menzione di discordanze fra i calcari ceroidi e le rocce contigue, ma pure nei casi da lui accennati si tratta di semplici apparenze ingannevoli nell'ordine degli strati. Quando però si afferma la concordanza fra più strati, bisogna bene intenderla; poichè nella natura la sedimentazione non è mai assolutamente continua e non intermittente, talchè fra i lembi di una roccia di una medesima epoca; e tra i filari di un medesimo strato, si può dire che esiste sempre discordanza, cioè interruzione e discontinuità di epoca: d'altra parte rocce di epoca assai diversa possono stare regolarmente sovrapposte le une alle altre, con apparenza perfetta di una concordanza che in realtà non esiste, e la cui non esistenza, non è fatta sospettare da quei salti e da quelle diversità di stratificazione che sono rappresentate nei tagli teoretici dei libri, ma che in natura non esistono quasi mai. Ho detto questo, per affermare di nuovo, che nei lembi montuosi e nelle roccie sopra accennate non v'ha sconcordanza, non solo di stratificazione, ma nè meno pare di epoca; talchè quelle furono depositate tutte egualmente in un medesimo mare, non furono sollevate in modo diverso in un luogo prima che nell'altro, ma subirono un sollevamento eguale e contemporaneo in tutti i lembi nei quali le troviamo, la qual cosa concorre a dimostrare per la sua parte l'unicità del sistema al quale esse appartengono. Mi sono arrestato, nella considerazione dei terreni, al lias superiore, perchè da questa roccia in su, come vedremo, esiste dovunque nella regione che noi studiamo, una grande discordanza e d'epoca e di stratificazione, la quale è constatata unanimemente da

¹ F. HOFFMANN, *Geogn. Beob. gesammelt aus einer Reise durch Italien und Sicilien*, (Karsten's Arch. Bd. XIII), Berlin, 1839.

tutti gli autori, e dimostra perciò il subentrare alle profondità dei mari d'un innalzamento di isole e di terraferma, che risponde per l'appunto all'innalzamento della *Catena metallifera*. Questo innalzamento adunque cominciò dopo la sedimentazione dei terreni liassici, e da quell'epoca in poi si manifestarono quei rilievi montuosi nel posto dove ora li vediamo: forse in taluni dei monti che appartengono a questo stesso sistema della *Catena metallifera*, nei quali la forza sollevatrice agì maggiormente, per tempo o per intensità, l'innalzamento cominciò a manifestarsi prima della fine dell'epoca liassica; ma con tutto ciò i lembi da noi accennati non spiccarono, e non ebbero individualità, se non dopo di questa. Quando poi parliamo dell'individualità di questa giogaia, come di tutte le altre, non dobbiamo intendere solamente di quelle parti che risaltarono e risaltano sopra la superficie dei mari, ma di tutto quell'insieme che subì il sollevamento e che s'innalzò sopra l'orizzonte solido circostante, sebbene una gran porzione rimanesse coperta, prima dai mari e poi dai terreni nuovi che sopra vi furono depositati; infatti vedendo i vari lembi della *Catena metallifera* sparsi per ampio tratto di paese, si ha ragione di dire che tutto quel tratto subì il sollevamento, sebbene naturalmente i nostri studii non possano venire portati se non a quei lembi che ci sono materialmente visibili.

Il sollevamento operò sui terreni, come è legge generale, formandone cupole ed elissoidi; queste della *Catena metallifera* però, che distintamente furono riconosciute dal SAVI, non sono lunghe ed estese come di solito, ma ristrette e con assi molto brevi; tutte poi ci appaiono semplici, isolate e distinte fra loro, ad eccezione, pare, delle Alpi Apuane che costituiscono la giogaia più alta del sistema, e che si compongono, come vedremo, di parecchie elissoidi addossate l'una sull'altra. Questo modo di manifestarsi nel mezzo ai terreni più recenti che le circondano, mostra che la massima parte di esse non formò mai una giogaia distesa e continua, ma si trovarono sotto forma di isole o di scogli in mezzo al mare, a raffigurare un arcipelago, il quale rappresentava non già i resti di un continente sommerso, ma i rudimenti di un continente in via di formazione.

Già il TARGIONI a' suoi tempi diceva, parlando di taluno di questi monti, che parean fatti a posta per ismentire tutti i sistemi stabiliti per ispiegare la formazione dei sollevamenti montuosi; quasi la stessa cosa si potrebbe dire al giorno d'oggi, sebbene sia comune opinione che la storia orografica abbia fatto molti progressi da allora in poi. Riesce quanto mai difficile rintracciare qualche legge nella disparità di forme colla quale i vari lembi della catena si presentano. Se esaminiamo le loro altezze, vediamo che non sono ordinate con regola apparente e con costante disposizione. Nelle Alpi Apuane, uno dei lembi più settentrionali, i monti della Pania, del Sagro, del Summora, dell'Altissimo, della Corchia, del Pisanino e del Pizzo d'Uccello, raggiungono tutti da 1500 a 2000 metri; i monti di Corfino, Sassalbo, Mommio, e taluni altri tra i più settentrionali che sono a ridosso del crinale apenninico, sono elevati circa da 1400 a 1700 metri; nè minori altezze raggiungono le rocce che fanno parte della giogaia nell'elissoide del Monte Catria, al Monte Nerone ed al Monte Cucco, nella estremità orientale e nel cuore dell'Apennino medesimo. Il Monte Capanna

all'Elba, che è uno dei lembi più occidentali, è alto 1012 metri (Cocchi). Il Poggio di Gergalco, de' lembi più centrali, è alto quasi 1000 metri. Per converso, tanto al settentrione come al mezzogiorno, ad oriente come ad occidente, sono i lembi della Spezia, di Jano, del Giglio, della Montagnola Senese, e tanti altri della Provincia di Grosseto che non oltrepassano poche centinaia di metri di altezza. Pure, volendo dirne qualche cosa, si potrebbe notare, che le maggiori elevazioni si trovano, per un lato a settentrione nelle Alpi Apuane, per altro lato le si trovano ad occidente, mentre vanno diminuendo ad oriente verso l'Apennino. L'ordine medesimo si trova nell'antichità dei terreni che formano il nucleo delle elissoidi; poichè, come si è veduto anche nella descrizione dei medesimi, quanto più si procede da settentrione a mezzogiorno, o da occidente ad oriente, via via scompaiono i più antichi. Gli *gneiss* finiscono colle Alpi Apuane; i terreni carboniferi, triassici ed infraliassici finiscono nelle Provincie di Grosseto e di Siena; e così via via; niuno di quei terreni si trova forse nei lembi racchiusi nel crinale apenninico, dei quali il termine più antico pare il lias inferiore. Si deve ricordare però che se si prendessero ad esame eziandio i monti Calabresi e Peloritani, presentando questi nella estremità più meridionale della *Catena* un altro termine di maggiore elevazione e di maggiore antichità delle rocce, bisognerebbe alquanto modificare e riadattare la legge sopra esposta. Ma intanto rimanendoci a quei monti che furono considerati fino a qui, pare che l'asse del maggiore innalzamento si trovi piuttosto dalla parte del Tirreno che dalla parte dell'Apennino, e si potrebbe concludere ancora che la forza sollevatrice manifestando la sua massima potenza al settentrione andasse via via diminuendo verso il mezzogiorno. Però, queste conclusioni, più che una affermazione della realtà dei fatti, potrebbero essere un effetto delle idee preconcepite le quali chiunque studia o scrive deve subire nei tempi suoi. Non ancora è determinata l'estensione del sistema cui la *Catena metallifera* appartiene, e quando nuovi studii saranno fatti, converrà forse modificare molto di quello che si era detto prima: sarà bensì più facile allora l'afferrare le leggi che adesso sfuggono per la ristrettezza dei fatti da cui si potrebbero dedurre.

Ad ogni modo chi volesse investigare, per un lato la direzione di un asse centrale, e per l'altro la direzione delle piegature secondarie e parallele al medesimo, coll'idea di ritrovare facilmente nella *Catena metallifera* que' fatti sistematici che si dicono verificati altrove, farebbe opera vana. Le elissoidi isolate le quali appaiono agli occhi nostri non pare abbiano sempre una direzione, almeno apparentemente, coordinata fra di loro. Si possono disegnare varie linee, con varia direzione sull'orizzonte, le quali traversino più d'una delle elissoidi; ma oltrechè queste non istanno con rapporti eguali su quelle, non vi sono forse poi altre linee nè rette nè circolari, parallele o coordinate fra loro, sulle quali si possano dire disposte una o più delle elissoidi rimanenti. La maggiore lunghezza apparente di taluni dei lembi meglio conosciuti che formano quelle elissoidi, p. e. delle Alpi Apuane, e del Monte Pisano che forma la continuazione immediata delle medesime, e dei monti della Spezia, coi monti fra Sassalbo e Corfino che stanno ai due lati, come pure del Monte di Gavorrano, è da N. O. a S. E.; ma non potrei dire se a questa corrisponda la direzione della maggiore

lunghezza apparente degli altri lembi; anzi la Montagnola Senese, il Monte di Cetona, e l'elissoide dell'Elba sembrano allungati da N. a S.; la Cornata di Gerfalco, il Poggione di Prata e il Monte di Serrabottini, da O. ad E., come pure le elissoidi di Capalbio e Capalbiaccio, sebbene queste due ultime sieno assai meno conosciute. Nelle altre elissoidi, l'insufficienza degli studii fatti non permette di stabilire nulla di preciso; si ha ragione di credere però che la direzione predominante dei varii lembi della *Catena metallifera* si accosti ad una linea da N. a S., piuttosto che ad una da O. ad E.. Come si può dir poco della maggiore lunghezza, così meno ancora si può dire del parallelismo dei varii lembi fra loro. Talora, p. e. nella Provincia di Grosseto, ve ne sono quattro o cinque uno accanto all'altro; ma, ripeto, non si sa bene in quale rapporto si trovino reciprocamente; nell'estremità settentrionale bensì può ritenersi che i due promontorii della Spezia, l'elissoide centrale delle Alpi Apuane, ed i lembi rinchiusi nell'Apennino delle Provincie di Reggio e di Massa ducale, formassero delle piegature parallele fra loro, delle quali la mediana, cioè quella delle Alpi Apuane, era la maggiore, maggiormente sollevata, più estesa, e costituita anche nelle parti centrali da terreni più antichi. Così parallelamente al Monte Pisano, ad occidente sta l'elissoide lucchese delle Alpi Apuane, e ad oriente sta pure chiuso nell'Apennino il lembo di Monsummano, nel medesimo rapporto col Monte sopra detto, nel quale i lembi apenninici più settentrionali stanno colle Alpi Apuane: in questo caso pure, la roccia più antica e la elevazione maggiore è nella piegatura principale del Monte Pisano e non in quelle laterali di Monsummano o delle Alpi Apuane. Del resto, quanto alla disposizione delle rocce, in niuna delle elissoidi mentovate, nemmeno nelle Alpi Apuane, v'ha differenza fra le varie zone, sia occidentali sia orientali, essendo le une e le altre costituite dalla medesima specie e dalla medesima successione di rocce.

Anche considerando partitamente le piegature minori le quali costituiscono insieme la zona montuosa delle Alpi Apuane, non sembra potersi concludere se non al parallelismo di tutti i lembi estremi della giogaia, cioè alla eguaglianza della loro costituzione geologica ed orografica da ambe le parti. Infatti è noto che l'elissoide principale e centrale è formata da due elissoidi secondarie, da quella del Frigido, e da quella della Versilia, riunite insieme a cifra otto dagli strati marmorei triassici inferiori, e cinte poi come se fossero una elissoide sola dagli altri strati più recenti, che si estendono tutto all'intorno con eguale successione e con eguale estensione. Vedremo di poi, che qualche differenza esiste tra il lato N. E. ed il lato S. O., avuto riguardo a fenomeni posteriori alla formazione della giogaia; ma ora pel caso nostro basta l'aver fondamento a concludere, che se nella parte più orientale, esternamente all'elissoide principale e sempre in dipendenza di questa, può notarsi una piegatura semplice, che simula talora, nella Valle di Galliciano e non lunge da Decimo, una elissoide laterale secondaria, quella medesima piegatura semplice si ripete nel lato occidentale, e vi si manifesta nel Canale d'Angina ed in Val di Castello, e nell'elissoide di Camaione. Nè relativamente adunque alle Alpi Apuane, come neppure relativamente ad alcun altro membro della *Catena metallifera*, si può concludere con sicurezza all'esistenza di que' fatti, che spesso si dice trovinsi nelle giogaie montuose, cioè di una

disposizione concava e di uno sprofondamento, e dell'apparire di rocce più antiche dall'uno dei fianchi, viceversa di una disposizione convessa, e del succedersi di piegature parallele sempre minori e più complete nel fianco opposto.

Per lo meno, nella grande varietà de' fatti, non si può dare un valore predominante a qualche caso speciale nel quale le condizioni supposte *a priori* si verificano, e se qualche volta la disposizione degli strati risponde alle idee preconcepite, ciò non basta a dire che queste trovino in quella una riconferma. Così p. e. nella elissoide lucchese, la quale è la minore delle due grandi elissoidi che costituiscono le Alpi Apuane, gli strati sono esattamente paralleli a quelli della estremità settentrionale dell'elissoide adiacente del Monte Pisano, ed in ambedue le elissoidi troviamo la serie delle rocce completa quanto lo potrebbe essere ad occidente, del tutto rotta e scompleta ad oriente (fig. C); questi fatti potrebbero rispondere all'idea che taluni si fanno sui sistemi montuosi rotti e scompolti da una parte, più interi e finiti dall'altra; ma nel caso nostro credo ci dovremo riguardare bene dal trarre senz'altro una conclusione, mentre tanti altri fatti, come già sopra si è accennato, non ci darebbero per niente l'autorità di generalizzare quelle supposizioni che da casi speciali si volessero derivare. Dirò anzi di passaggio, riserbandomi di meglio tornarvi più tardi, che la speciosa e certo notevole disposizione relativa delle elissoidi delle Avane e del Monte Pisano, se dovesse avere un significato quale taluni geologi sarebbero propensi ad attribuirle, mostrebbe la realtà delle cose essere al tutto diversa dalle supposizioni fatte oggidì sulla struttura di quei lembi, come degli altri della *Catena metallifera*, poichè infatti, lo scoscendimento e la interruzione si trovano dalla parte della terraferma, cioè ad oriente, e non dalla parte del mare, precisamente al contrario di quello che il SAVI ed il SUESS avevano supposto.

Veramente forma ostacolo, a che sieno riconosciute e distinte le condizioni della nostra antica giogaia, la confusione che viene fatta fra essa e l'Apennino, assai più recente, talchè vedendo manifesta la direzione di questo, senza cercar altro, si crede che nello stesso modo debba essere disposta la *Catena metallifera* quando se ne ammette la esistenza distinta, e secondo quella supposta disposizione si fanno le relative ipotesi e si distribuiscono teoreticamente i fatti. Per far le cose meglio che si può, bisogna invece prescindere dall'Apennino, e tentar di ricostruire i lembi sparsi della giogaia, in quei tempi nei quali si formarono e prima assai che l'Apennino sorgesse; così si conoscerà maggiormente la verità intorno ad essa, e si potrà molto meglio illustrare la storia dell'Apennino, dichiarando le circostanze precedenti al tempo nel quale esso cominciava a formarsi. Giova poi notare che un altro ostacolo adattato anche a produrre delle idee preconcepite, si è l'imperfezione e lo scoscendimento della cerchia degli strati intorno alle elissoidi, dovuti all'antichità di esse, ed alle condizioni peculiari nelle quali esse si trovarono. Si è detto che le varie cupole elissoidali della *Catena metallifera*, le quali ora noi ritroviamo circondate da ogni lato da terreni cretacei o terziarii, o più recenti, formarono, nelle prime epoche del loro sollevamento, un arcipelago d'isole e di scogli nel mezzo al mare; si è detto che il sollevamento, come è naturale, doveva estendersi a tutta

la regione, ma soltanto le cime più elevate sporgevano al di sopra delle acque; vuol dire che varii lembi e varie elissoidi, delle quali noi ignoriamo l'esistenza, si dovettero formare, le quali rimasero come semplici elevazioni subacquee nascoste dal mare, sicchè quel maggior numero di fatti che la loro presenza avrebbe manifestato, ci è mancato a soccorso delle conclusioni che si sarebbero potute trarre. Altre delle cupole elissoidali dovettero essere poco ampie e poco rialzate al di sopra delle acque, sicchè ben presto l'opera devastatrice dei mari n'ebbe ragione e le tolse alla nostra vista ed alla scienza: talune di quelle soltanto riapparvero con nuovi sollevamenti; ma ciò non riguarda la nostra istoria per questo momento. Le altre elissoidi che formavano delle isole maggiori, flagellate pur esse dal mare, che è l'agente il più distruttore ed il più devastatore dei sollevamenti, sarebbero scomparse, se la mole non avesse opposta una resistenza maggiore alla forza ed al tempo insieme combinati: se però non disparvero inghiottite dal mare e trasformate tutte in umili sedimenti sottomarini, ne toccarono la loro parte, e subirono rovine e scoscendimenti, i quali interruppero la cerchia litorale degli strati e ne diminuirono sempre più l'estensione. Fortunatamente, come vedremo, dei nuovi sollevamenti intervennero via via a salvarle da certa distruzione, e strappandole alla furia dei mari, ridonarono loro la quiete e la vita, sostituendo alla violenza di quelli il lento e pacifico dispogliamento da parte delle forze terrestri ed atmosferiche. Talune però, ad esempio la Montagnola Senese, il Monte di Jano, ed altre, sono ridotte a sì misero stato, che poco più comparisce della loro antica condizione. Altre che il mare serba tuttora in sua balia sono rimaste così rotte e franate che poco più rimane loro che il nome; tali sono le due o tre isolette Formiche di Grosseto situate a poche miglia dal litorale grossetano fra le elissoidi del Giglio, del Monte Argentaro e della Bella Marsilia, e formate di calcare infraliasico, le quali dovevano una volta costituire una perfetta elissoide della *Catena metallifera*; ma ora per poco che la duri, possono andare a sparire del tutto, subendo sotto agli occhi nostri quella sorte, che vari altri dei lembi della catena debbono avere subito nella loro lunga vita, prima che gli uomini li potessero osservare. Vedemmo già più sopra in vari luoghi delle Alpi Apuane quei terrazzi e quelle rupi a picco, separate dal mare da qualche ettometro appena di sabbie recenti, le quali mirabilmente dimostrano le tracce devastatrici dei flutti allontanati dal loro piede pochi giorni fa, conservate ancora come se innanzi agli occhi nostri vedessimo in opera l'azione scoscenditrice di quelli. Quello che sotto agli occhi nostri avviene, avviene pure nelle epoche pliocenica, miocenica, eocenica, ed in tutte le altre anteriori, fin dal primo momento nel quale il sollevamento fece emergere l'una o l'altra delle elissoidi al disopra del livello delle acque. Questo effetto spogliatore del mare è attribuito volentieri da altri, non solo nella regione della *Catena metallifera*, ma pure nelle altre giogaie montuose, all'opera di inabissamenti e di sprofondamenti di suolo; vedremo poi che cosa debba pensarsi di ciò, ma intanto notiamo che quella imperfezione e quegli scoscendimenti delle elissoidi sono un ostacolo a che ce ne formiamo subito un chiaro concetto, e bisogna esaminarle non superficialmente, e vincere molte difficoltà, per ricostruirle nella loro disposizione primitiva.

Forse lo studio degli assi delle diverse elissoidi condurrà a qualche importante conclusione: per solito si crede che sia sufficiente guardare alla disposizione di un monte o di una giogaia montuosa, e gettare un'occhiata sulla carta topografica della medesima, per dedurre dalla direzione della sua lunghezza maggiore la direzione dell'asse. Della direzione della lunghezza maggiore si è già parlato; ma per istudiare la direzione dell'asse che molte volte può essere concordante con quella, ed il più delle volte no, conviene esaminare la direzione e la inclinazione degli strati dell'elissoide, che spesso è differente dalla direzione delle linee esterne le quali confinano il monte dal piano o dagli altri monti circostanti. Io non parlerò di quelle elissoidi che sono meno perfettamente conosciute, e l'asse delle quali per conseguenza è più ignorato d'ogni altra cosa, nè di quelle che sono maggiormente ricoperte dalle rocce più recenti dell'Apennino, e che appaiono più come cupole circolari che come vere elissoidi; mi limiterò a discorrere del Monte Pisano, e delle Alpi Apuane, la cui considerazione, per essere desse tanto estese, ha non piccola importanza. Or dunque, tanto nelle due elissoidi centrali secondarie della Versilia e del Frigido, come nell'elissoide principale che è formata dalla riunione di quelle due, per opera delle rocce triassiche e delle altre più recenti, la direzione dell'asse maggiore è da N. N. E. a S. S. O., e la inclinazione predominante degli strati è quindi verso E. S. E. dalla parte dell'Apennino, e verso O. N. O. dalla parte del mare. Nell'elissoide minore delle Avane, e nel Monte Pisano pure, la direzione dell'asse è quasi come nell'elissoide principale delle Alpi Apuane, senonchè pare sia alquanto più prossima ad una linea diretta da S. a N.: come si vede, la direzione degli assi è visibilmente diversa della lunghezza maggiore di que'monti, i quali vanno da N. O. a S. E. Per quanto sembra, lo stesso fatto accade nelle elissoidi della Montagnola Senese e del Monte di Cetona.

Forse quando si scoprisse il parallelismo o qualche rapporto costante degli assi in tutti i lembi della *Catena metallifera*, si avrebbe il carattere più evidente e più importante, pella loro unione in un medesimo sistema di sollevamento, ossia in una medesima serie montuosa. Intanto, in que'luoghi nei quali già lo si è notato, l'asse dell'elissoide palesa la linea lungo la quale si è manifestata la massima forza sollevatrice, e chi stia alle moderne teoriche, le quali considerano la formazione dei monti come l'effetto di spinte e di pressioni laterali, può scorgere in esso una linea parallela alla direzione delle sedi d'origine della forza, e rintracciare così quale sia il punto di partenza di questa. Secondo tale criterio, la spinta laterale sollevatrice dovrebbe ritrovarsi in una direzione normale a quella dell'asse, cioè lungo una linea ad E. S. E. o ad O. N. O.: ricordando poi che quanto più si scende da settentrione verso mezzogiorno, o meglio, seguendo la direzione dell'asse d'Italia, da N. O. a S. E., tanto meno si trova aver avuto forza il sollevamento della *Catena metallifera*, vale a dire le ripiegature di essa diventano via via minori, secondo la teorica sopradetta, si dovrebbe riporre la sede della maggiore efficacia della forza, precisamente ad O. N. O. Ad ogni modo, ancorchè non si accetti esclusivamente questa opinione, si ha sempre l'accento verso O. N. O., di qualche fatto strettamente connesso collo sviluppo della *Catena metallifera*, e questa deduzione, derivata dallo studio degli assi della porzione più settentrionale, è

poi mirabilmente appoggiata da certi fatti che or ora scopriremo in quella stessa direzione.

Estendiamo intanto il campo delle nostre osservazioni, ed usciamo da quei limiti ristretti, non rispondenti certo alla natura delle cose, nei quali le nostre imperfette osservazioni hanno confinato artificiosamente i monti della giogaia. Trovammo la forza sollevatrice manifestarsi via via maggiore, col produrre talora elevazioni maggiori, e col portare allo scoperto rocce vie più antiche, ad occidente che ad oriente, a settentrione che a mezzogiorno; vedemmo poi gli assi conosciuti di talune elissoidi accennare a settentrione, o più precisamente ad O. N. O. . Se ora ci inoltriamo, per una parte sempre più verso occidente, e per l'altra più verso settentrione, troviamo dei fatti nuovi, i quali vengono sempre più a confermare quelle leggi, ed a porre in nuova luce l'insieme della *Catena metallifera*, manifestando i suoi rapporti con altre serie montuose che nella delimitazione tradizionale della medesima non accennammo. Procedendo adunque verso occidente, da quell'insieme di elissoidi della terraferma e delle isole grossetane e dell'Elba, nelle quali sono scoperti taluni dei più antichi terreni, c'incontriamo nell'isola di Corsica, nella quale troviamo pienamente confermata la regola già posta, che cioè, andando tanto più verso occidente, si incontrano terreni tanto più antichi. La geologia dell'isola di Corsica, e specialmente della sua metà più settentrionale, ha bisogno di essere rifatta quasi intieramente, e dallo studio di essa verrebbe nuova luce allo studio delle antiche rocce della Toscana, comprese nella *Catena metallifera*, colla quale essa isola è in istrettissimo rapporto; s'intende che parlo così di mia veduta, e non sulla fede di altri. L'estremità meridionale dell'isola è composta di antiche rocce cristalline le quali non hanno alcuna corrispondenza sulla terraferma Toscana; sopra di esse, qua e là sembra sieno dei lembi di terreni paleozoici. L'estremità settentrionale da molto tempo in qua non è stata ristudiata e la sua geologia viene tuttora considerata cogli antichi criterii dei tempi nei quali colà, come in Toscana, e come dappertutto, i terreni cristallini erano considerati come semplici trasformazioni di terreni secondarii e perfino anche terziarii. Perciò, i terreni che formano la maggior parte di quella regione sono detti cretacei ma dessi invece sono *gneiss*, epidositi, calcari saccaroidi, e schisti cristallini, sovrapposti alle rocce granitiche dell'estremità meridionale, per la maggior parte verisimilmente paleozoici e certo non meno antichi del trias. A mala pena un lembo di terreno miocenico, e qualche altro terreno forse riferibile al lias ed all'infralias, ricuopre questi terreni a S. Fiorenzo, e nella punta più settentrionale. I terreni i quali formano l'estremità più a settentrione di Bastia, composti da epidositi, da calcari saccaroidi impuri, e da schisti sericitici e cloritici, con filoni di Oligisto, Albite, e Ripidolite, hanno molta analogia colle rocce dell'estremità occidentale della non lontana Isola dell'Elba, sebbene pei non perfetti studii che finora vi ho solo cominciati, non lo possa ancora affermare con certezza, e probabilmente quei terreni sono triassici. Ad ogni modo rappresentando essi una continuazione verso occidente dei lembi contigui della catena metallifera toscana, riprovano la legge attribuita a questa catena, e già accennata, dell'ordine nel quale la serie dei terreni in essa si discopre. L'isola di Corsica rappresenta una grande elissoide, più completa

a N. E. e rotta a S., dove forse continua col settentrione della Sardegna, elissoide formata da una serie di fittissime e quasi verticali contorsioni e ripiegature, interrotte da ogni lato dal mare, le quali dimostrano l'antichità, e la maggiore intensità del sollevamento, appetto a quello che operò sugli altri lembi della *Catena metallifera* in terraferma. Questa *Catena*, in conseguenza, dovette avere ad occidente il suo primo sviluppo, la sua prima origine, l'antichità maggiore, e l'asse lungo il quale furono sollevate le rocce più antiche. Questa prima origine, questa maggiore antichità, e l'averne perciò da più antica data esposti i suoi lembi alla distruzione ed alla devastazione del mare, senza che i sollevamenti posteriori siensi estesi colà ad impedire quel fatto, possono forse mostrare il perchè la *Catena* abbia lasciato sotto ai nostri occhi, in quel tratto, sì poche tracce della sua antica esistenza, e come anco queste poche tracce rimaste vadano ogni giorno lentamente scomparendo. Se ora, partendo dai lembi più settentrionali della giogaia, cioè dalle Alpi Apuane, e dai promontorii della Spezia, seguitiamo il nostro cammino verso occidente e verso settentrione, ritroviamo la solita legge, e rivediamo i medesimi fatti veduti nell'isola di Corsica, cioè maggiore forza di sollevamento, e maggior serie di rocce antiche sollevate, meglio conservate però, perchè più presto sottratte all'opera scoscentrice del mare. Ci imbattiamo infatti nelle Alpi Marittime, studiate già dal PARETO, dal SISMONDA, e da altri, nelle quali manca soltanto che alcuno applichi le nuove osservazioni dedotte dal perfezionamento degli studii e dal progresso della scienza. Le sommità delle Alpi Marittime sono più elevate assai delle sommità delle Alpi Apuane, e ciò mostra di già che il sollevamento vi fu maggiore; le rocce poi vi sono sollevate bensì ad elissoide, come nelle Alpi Apuane e nel rimanente della *Catena metallifera*, ma gli strati vi sono più rilevati e più verticali, ed oltre alle rocce che, secondo le osservazioni dei geologi e specialmente del PARETO, si ha ogni ragione di credere eguali a quelle delle Alpi Apuane, dei promontorii della Spezia, e degli altri lembi consimili, vi compariscono con grande potenza gli schisti *gneissici* come quelli centrali delle Alpi Apuane, ed oltre a queste altre rocce cristalline più antiche, le quali non furono da noi notate fin qui nella *Catena metallifera* della penisola. È evidente adunque che verso settentrione, e più propriamente verso N. O., il sollevamento fu vie più maggiore; una conferma ulteriore di questo fatto, si trova, quando si passi dalle Alpi Marittime, ancora più a settentrione, alle Alpi Cozie e Graie. In queste compariscono, per la massima parte, rocce cristalline tra le più antiche delle Alpi, che, più al Sud, non hanno corrispondenza se non nella Corsica, elevate a sommità delle più ardite; e sebbene si abbia ogni ragione di credere che il sollevamento vi sia manifestato producendo delle elissoidi, come altrove più verso il mezzogiorno, pur gli strati sono ridotti quasi verticali e fino rovesciati, e la esagerazione del sollevamento vi ha prodotta la struttura a ventaglio e strani fenomeni tectonici.

Riepilogando, prendiamo per punto di partenza la grandiosa giogaia delle Alpi centrali, distesa al confine dell'Italia quasi da N. E. a S. O. . Nella sua estremità occidentale, formando una concavità contro la pianura del Po, si rigira, dirigendosi quasi da S. a N., in quel tratto che ha il nome di Alpi occidentali. Fin qui

si hanno le massime elevazioni, il massimo innalzamento, e le più antiche rocce portate allo scoperto. Succedono le Alpi Marittime le quali accennano a girare intorno alla pianura padana ed a dirigersi da N. O. verso S. E., la qual direzione media è definitivamente assunta dalle Alpi Apuanè e dagli altri lembi della *Catena metallifera*. A partire dalle Alpi Marittime, le elevazioni divengono in media sempre minori, le rocce scoperte alla superficie divengono sempre meno antiche, le elissoidi che prima erano stranamente sollevate fino a perdere ogni traccia della loro forma primitiva, divengono sempre più regolari e cogli strati meno bizzarramente inclinati, i monti di maggior mole, e pigiati l'uno contro l'altro, vengono invece a formare delle isole di minori dimensioni e cinte da terreni recenti: il sollevamento insomma si va lentamente sperdendo, e finisce collo scomparire sotto la superficie dei mari. Così da questa parte occidentale si ripetono gli stessi fatti che si possono notare nell'estremità orientale opposta delle Alpi, dove si estendono e si disperdono le elissoidi minori e più isolate dei Carpati, dei monti della Slavonia, e degli altri. Nulla contribuisce a far supporre che la *Catena metallifera*, quale lo svolgimento storico delle dottrine l'ha artificialmente delimitata, formi un sistema montuoso a sè; al contrario la storia particolare dei lembi che la costituiscono, anche se non la conosciamo, deve essere un brano della storia generale alla quale uniformemente andarono soggetti tutti i lembi montuosi vicini, e quelle leggi che valgono nelle giogaie adiacenti, sono probabilmente le manifestazioni dei medesimi fatti che valgono nelle giogaie metallifere. Gli studii relativi alle Alpi sembrano dimostrare che, eziandio in queste, avvenne grande sollevamento dopo il lias, cosa, del resto, che gli studii ulteriori schiariranno sempre meglio; l'esame delle rocce meno recenti delle Alpi Marittime induce a ritenere che queste non presentino diversità dalle rocce corrispondenti della *Catena metallifera*; il modo del sollevamento è il medesimo; l'unità di luogo esiste; l'ordine che si manifesta nella *Catena metallifera* è quell'ordine stesso che si manifesta nelle Alpi. Si può avere adunque l'opinione abbastanza fondata, per quanto è permesso in geologia, che la *Catena metallifera* non sia se non un estremo lembo della cerchia delle Alpi. Il sollevamento che agì nelle Alpi centrali ed occidentali ebbe qui la sua massima espansione, e di qui in là si andò lentamente perdendo nei mari del mezzogiorno. Una delle ultime manifestazioni di questo sollevamento alpino, nel suo lato occidentale, furono i lembi della *Catena metallifera*, che non riuscirono a formare una giogaia estesa e continua, ma appena appena arrivarono ad innalzare qua e là il capo, prima sopra le ondè, poi sopra i terreni più recenti che li ricoprirono. Il SUSS del resto, ha già manifestata l'idea che i monti della *Catena metallifera*, fino ai monti Calabresi e Peloritani della Sicilia, rappresentino la continuazione dell'asse delle Alpi lungo la penisola italiana.¹

Quanto all'origine delle forze le quali riuscirono a sollevare la *Catena metallifera*, non istarò a fare ipotesi, per ora premature e più o meno infondate, nè darò così maggior campo alle critiche di facili e ragionevoli oppositori: soltanto darò qualche

¹ SUSS, *Ueber den Bau der italienischen Halbinsel* (Sitz. der k. k. Akad. der Wissenschaften) Wien, 1872.

accenno delle ipotesi manifestate fin qui. Il MENEGHINI ed il SAVI, nelle loro pubblicazioni, riconosciuto il sollevamento a cupola delle ellissoidi della *Catena metallifera*, ammisero che questo potesse essere avvenuto per qualche pressione od espansione prodottasi al di sotto,¹ e con ciò si riferivano all'opinione comunemente accettata in allora, che supponeva, ragione dei sollevamenti fosse l'espansione di rocce plutoniche nell'interno della terra. Questa espansione non è più ammessa oggidì, od almeno non è più intesa come una volta; ma con tutto ciò, senza punto affermare che dessa proprio sia stata cagione diretta o indiretta del sollevamento, ancora non si può escludere, che questo, per qualunque altra cagione, sia avvenuto a cupola, come si direbbe oggidì, con disposizione uniforme ed eguale a tutti i lati e non unilaterale, cioè diverso da qualche lato appetto al lato opposto. Il PUGGAARD,² ed il SAVI stesso più tardi,³ ritennero che le cupole fossero state formate dalla forza espansiva e dallo sgallozzamento di vapori e di fluidi interni; ma questa ipotesi, il cui autore primo fu l'HOPKINS, non credo abbia più oggi alcun sostenitore. Il SUESS⁴ considera come tutto un insieme i monti centrali e le piegature laterali delle Alpi e della *Catena metallifera*, e riguarda perciò l'Apennino come una semplice appendice di quest'ultima; ritiene che tanto essa come le Alpi sieno state sollevate per effetto di una spinta laterale, proveniente dalla parte meridionale ed operante verso il settentrione; dice poi che mentre il lato settentrionale delle nominate giogaie è dolcemente sollevato con ripetute piegature parallele, il lato meridionale è sprofondato ed inabissato al disotto dell'orizzonte (*zertrummert, in die Tiefe gesunken*); questo sprofondamento egli lo trova verificato nella pianura piemontese al piede meridionale delle Alpi occidentali, e nel mare Tirreno al piede meridionale della *Catena metallifera*. Ma se ricordiamo che il SUESS ritenne la *Catena metallifera* essere una diretta continuazione delle Alpi, ci pare di trovare qualche insufficienza nella sua idea, e vi ha qualche fatto che meritava una speciale menzione ed una distinta spiegazione. Infatti ammettendo che, come pare, la *Catena metallifera* sia una continuazione delle grandi Alpi, con direzione cambiata, ne viene che la continuazione del fianco meridionale delle Alpi acquapendente sulla valle del Po, si trova verso questa medesima valle, nel fianco settentrionale della *Catena metallifera*; quindi l'Apennino, che è nel lato N. E. di questa catena, sta in posizione inversa a quella delle pendici alpine e delle piegature settentrionali delle Alpi; ed il così detto sprofondamento lungo la pianura piemontese trova una corrispondenza, non nello stesso lato concavo ed analogo della giogaia alpina, ma se mai, nel lato precisamente contrario, cioè nel supposto sprofondamento tirreno. Questi fatti che sono reciprocamente contrari fra di loro, non danno luogo alla conclusione di una legge, od almeno se una legge, come di sopra è stata manifestata, si volesse concludere, converrebbe esa-

¹ P. SAVI e G. MENEGHINI, *Cons. sulla geol. della Toscana*.

² C. PUGGAARD, *Sur les calcaires plutonisés des Alpes Apuennes et du M. Pisano* (Bull. de la soc. géologique de France, 1859-60, pag. 199).

³ P. SAVI, *Sulla costituzione geologica delle ellissoidi della Catena metallifera ed in particolare di quella delle Alpi Apuane* (Nuovo Cimento, Vol. XVIII, 1863), Pisa, 1864, p. 40.

⁴ SUESS, *Die Entst. der Alp.*, pag. 15, 27, 28.

minare e spiegare se qualche fenomeno speciale si verificasse nella regione ove ha luogo quella inversione di parti; la qual cosa, almeno per ora, non si ha ragione di sospettare che esista. Ho discorso nella supposizione che quegli sprofondamenti fossero veri come da molti si ritiene; e nella supposizione che a questi sprofondamenti veramente rispondano la pianura padana ed il mare Tirreno; ma notai già in passaggio che, se mai, in parecchie elissoidi importanti, come in quella delle Avane ed in parte di quella del Monte Pisano, lo sprofondamento, chi lo volesse trovare e chiamare tale, sarebbe precisamente dalla parte di terra: vedremo poi meglio cosa si debba pensare di ciò. In conclusione, finora, nulla prova che il sollevamento della *Catena metallifera* sia avvenuto per effetto di spinte laterali provenute sia da S.O. sia da N.E.; ma, se al postutto avesse a farsi qualche deduzione in proposito, si avrebbe a dire, piuttosto, che la forza derivò o irraggiò da qualche punto a N.O. e poi a N.E., con direzione forse perpendicolare a quella degli assi delle elissoidi più settentrionali.

§ 2. — *Del sollevamento apenninico
e dei rapporti fra esso e la Catena metallifera.*

Cominciato il sollevamento della *Catena metallifera*, la sedimentazione dei terreni continuava sul fondo dei mari circostanti non ancora emersi, e la maggior quantità dei sedimenti si doveva arrestare verosimilmente nelle profondità maggiori, e perciò più da lontano dalle elissoidi emerse. Si è forse questa una delle ragioni per le quali nelle vicinanze dei lembi antichi della *Catena*, al disopra del *lias*, ed in qualche luogo del *Dogger*, non troviamo alcuna delle rocce immediatamente successive, le quali infatti si dovevano depositare a distanze maggiori, nel fondo dei mari ancora assai depresso, e non ben sollevato nè pei movimenti della *Catena metallifera*, nè pei movimenti successivi: questi movimenti intervenuti dipoi, nella regione propriamente apenninica non sono finora stati sì potenti da sollevare sopra l'orizzonte più che taluni dei banchi delle rocce sovrapposte, nè da squarciare i lembi di queste per scoprire le prime più antiche. Per la stessa ragione ancora, le altre rocce meno antiche le quali compaiono al disopra del *lias*, nei lembi della *Catena*, acquistano, per quanto pare, una potenza tanto maggiore quanto più ci allontaniamo dalla regione limitrofa ad essa, e quanto più ci inoltriamo verso l'asse apenninico, lungo il quale un sollevamento più recente ne ha portato allo scoperto il grande spessore. Questo fatto si verifica in generale per tutte le rocce che ora esamineremo, le quali bensì tutte si trovano a ridosso della *Catena*, ma con maggiore altitudine compariscono alquanto lontano dai lembi di essa. Ecco ora la serie successiva di quelle nei varii luoghi, il cui numero però dovrà essere aumentato assai col progredire degli studi.

Il titoniano comparisce intorno a' lembi della *Catena metallifera*, al Monte Catria,

a Cesi, Marconessa, Monti Sibillini, Monticelli, e probabilmente nel Monte Pisano ed in qualche luogo delle Alpi Apuane e degli altri lembi settentrionali.

Il neocomiano apparisce nelle Alpi Apuane, Monte Pisano, Monte Catria, Cesi, Monti Sibillini, Monticelli.

Il cretaceo medio ed il superiore appariscono nei luoghi seguenti: Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane, Sassalbo, Val d'Ozola, Valbona, Acquabuona, Mommio, Soraggio, Corfino, Monte Catini in Val di Nievole, Monsummano, Monte Pisano, Campiglia, Elba, Jano, Montagnola Senese, Cetona, Gerfalco, Poggione di Prata, Gavorrano, Monte Catria, Monti Sibillini.

L'eocene apparisce nel Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane, Sassalbo, Val d'Ozola, Valbona, Acquabuona, Mommio, Soraggio, Corfino, Monte Catini, Monsummano, Monte Pisano, Campiglia, Elba, Cetona, Gerfalco, Poggione di Prata, Serrabottini, Gavorrano, Casal di Pari, Monte Orsaio, Bella Marsiglia, Ansedonia, Capalbio, Capalbiaccio, Monte Catria, Monte Malbe, Cesi, Marconessa, Monti Sibillini, Monticelli.

Il miocene si trova intorno alle Alpi Apuane, al Poggione di Prata, a Gavorrano.

Il pliocene apparisce nelle Alpi Apuane, Monsummano, Monte Catini, Monte Pisano, Jano, Montagnola Senese, Cetona, e molto probabilmente in varii altri luoghi.

Terreni postpliocenici o recenti cingono il Promontorio occidentale della Spezia, il Capo Corvo, Alpi Apuane, Monsummano, Monte Pisano, Elba, Gavorrano, Monte Orsaio, Bella Marsiglia, Monte Argentaro, Ansedonia, Capalbio.

Finalmente il mare batte ancora più o meno il piede dei monti seguenti: Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Gorgona, Elba, Bella Marsiglia, Giglio, Monte Argentaro, Ansedonia, e Giannutri.

È probabile che fino dalla sedimentazione del primo degli accennati terreni ed ancora per l'innanzi, avesse luogo qua e là alcun sollevamento; anzi le prove di qualche spostamento de' terreni si hanno manifeste nel fatto, che spessissime volte, anzi quasi sempre, nei luoghi sopra citati, ed in altri molti, esiste fra gli strati di alcuna di quelle epoche e quelli di un'altra sconcordanza di stratificazione, accompagnata da sconcordanza di epoca.

Ad ogni modo, la massima emersione di terreno al di sopra delle acque non si ebbe se non dopo l'epoca eocenica, anteriormente al termine del miocene, quando la giogaia apenninica era tutta di già sollevata e pervenuta ad un'altezza non piccola. Intorno all'epoca del sollevamento dell'Apennino non può cader dubbio, perchè il crinale di esso, a quanto pare, è costituito tutt'al più da terreni dell'eocene medio o superiore, e terreni miocenici, si dice non se ne trovino sul vertice, se non nell'estremità più settentrionale al colle di Cadibona. Il sollevamento bensì è continuato durante tutto il miocene, e durante il pliocene, e dura tuttora, sicchè la giogaia apenninica si è estesa e si è sollevata sempre più. Ora rivolgeremo ad essa brevemente i nostri studi, per illustrare vie meglio i rapporti che con essa ha la *Catena metallifera*.

La giogaia apenninica sembra presenti ad un fianco una serie di piegature parallele, sempre minori, e più o meno pigiate l'una contro l'altra, le quali terminano

confondendosi colla pianura; mentre nel fianco opposto, il pendio è più ripido, e le piegature parallele, quando esistono, sono più isolate e disgiunte l'una dall'altra. Fino ad un certo punto si può anche dire che vi si presenta un lato concavo verso il Tirreno, ed un lato convesso di contro alla pianura padana e contro l'Adriatico. Ma la struttura della giogaia è ben lungi dall'essere così semplice, come a prima vista si potrebbe credere; nè punto vi si presentano, come varie volte è stato sostenuto, un lato di sprofondamento e di inabissamento nella parte concava, ed un lato di maggiore perfezione relativa dalla parte convessa. Il profilo dell'Apennino, in qualunque luogo si esamini, forma un anticlinale, il quale ha spesso da ambedue le parti i suoi lembi interi e perfetti: da ambedue le parti del vertice dell'anticlinale si succedono delle piegature parallele più o meno conservate, colla sola differenza, come ho detto di sopra, che quelle di verso il Tirreno, situate come direbbero alcuni nella parte concava, sono isolate e staccate una dall'altra da maggiori distanze, mentre le altre situate verso l'Adriatico sono, a quanto pare, più continue e più pigiate, come si può vedere nei profili sì feraci di considerazioni, pubblicati dallo SCARABELLI. In apparenza, la direzione dell'Apennino è da N.O. a S.E.; ma si trova un poco diversa, quando si scompongano i minuti elementi di questo.

La giogaia infatti si compone di una serie numerosa di lembi ben distinti, paralleli fra loro, e scalati gli uni dopo gli altri da settentrione verso mezzogiorno, in modo che prima del termine di ognuno di essi, succede più ad oriente un lembo nuovo, e più allungato, e così via via. Perciò, se la direzione della scala, cioè di tutto l'insieme della giogaia, pare essere verso S. E. E. S. E., invece la direzione dei singoli scalini che la compongono devia alquanto ad occidente, e va verso S. E. S. S. E. Nella stessa direzione dei singoli scalini, si elevano poi verso il mezzogiorno, e sempre dalla parte del Tirreno, dei lembi formati da minori elissoidi di terreni eocenici o cretacei, isolati e ben distinti tutto all'intorno dai terreni più recenti, i quali sono, per così dire, la continuazione meridionale di alcuna delle molteplici giogaie principali che formano il sistema apenninico, e si trovano poi alla lor volta, sur uno dei fianchi, e precisamente sul fianco tirreno del crinale della giogaia principale, la quale sta più ad oriente di essi. Giova ricordare qui che io intendo in modo più particolare studiare i fatti dell'Apennino Ligure e del Toscano, come quelli che conosco meglio da per me, e che per la loro adiacenza interessano maggiormente quel tratto della *Catena metallifera* che abbiamo studiato. Ed ora appunto mi propongo di condurre a verificare quanto sopra ho detto.

Dipartendoci dal Colle dell'Altare che può essere considerato come il confine naturale dell'Apennino dalle Alpi, ritroviamo ad oriente di Recco e di Rapallo il colle che separa le pendici di verso Genova dalla valle della Lavagna, diretto circa da N.O. a S.E. Più ad oriente di esso, e sempre colla stessa direzione, sono i colli i quali separano la valle della Lavagna ed il mare dalla Val di Vara, i quali colli che, almeno nella loro porzione più meridionale, formano per quanto pare un anticlinale perfetto, si prolungano già più a mezzogiorno del colle di Recco e di Rapallo. Dalla Val di Vara in là, si presentano con ancora maggiore evidenza e con semplicità le

disposizioni dell'Apennino, il quale da quel punto manifesta senza ulteriori contrasti la sua direzione verso il mezzogiorno, secondante l'asse della penisola italiana. L'anticlinale del Monte Zaccone, del Monte Gottaro, e del Monte Cornoviglio rivolto già colla direzione che diverrà costante, verso S. E. S. S. E., separa la Valle della Vara, dalla parte superiore della Valle di Magra, nella quale la prima ha foce. Se non che questo anticlinale non presenta alcuna appendice continuata verso il mezzogiorno, perchè da questo lato gli stanno dinanzi, come impedimento, le Alpi Apuane della *Catena metallifera*. Ad oriente della Magra, e del Serchio, il quale sarebbe la diretta continuazione della prima nel caso ch'essa proseguisse idealmente il suo corso verso S.E. vincendo l'ostacolo del Colle di Tea, si trova l'anticlinale che, partendosi dal Monte Valoria a settentrione, finisce col lembo del Monte Rondinaia, il quale separa la valle principale del Serchio dalla valle affluente, per un certo tratto parallela e più orientale, della Lima. Continuazione diretta di questo anticlinale, che ha la solita direzione ed è dei più potenti di questo tratto dell'Apennino, è il lembo elissoide delle Pizzorne alquanto complicato per la sua prossimità alle Alpi Apuane; succedono poi l'anticlinale del Monte Albano e di Mosciano che si eleva già direttamente sopra terreni pliocenici, e finalmente più al mezzogiorno, isolata da ogni parte da questi terreni, la lunga elissoide del Chianti. Devesi avvertire che di questo stato di cose, il quale si rileva dalla osservazione dei terreni sul posto, non si può avere un chiaro concetto, mediante il solo esame delle carte geologiche odierne, le quali segnano troppo estesi ed in modo non esatto i confini dei terreni eocenici e pliocenici, nè mediante la carta topografica, la quale ponendo mente soltanto alla disposizione delle alture, non giova a distinguere gli anticlinali eocenici o cretacei dal sollevamento regionale spesso molto alto dei terreni pliocenici. Ad oriente della Val di Lima è l'anticlinale principale del Corno alle Scale e dell'Uccelliera, che allungandosi al disopra di Firenze nel Monte Morello, e poi più oltre nel Prato Magno, serve di confine occidentale, prima alla Val di Sieve, poi alla Val d'Arno superiore. Forse i monti eocenici fra Arezzo e Cortona sono la continuazione di quell'anticlinale. Finalmente ad oriente delle valli della Sieve e dell'Arno, è un'altra delle giogaie anticlinali principali dell'Apennino, il cui estremo lembo è nell'Alpe di Catenaia, che separa alla sua volta la Val d'Arno dalla valle più orientale del Tevere superiore. Ad oriente del Tevere superiore cominciano gli Apennini Romani o centrali. Tutti questi anticlinali che si succedono a scala, sempre più ad oriente l'uno dell'altro, sono di frequente connessi nei loro confini più settentrionali da tronchi di anticlinale, i quali chiudono verso settentrione le valli aperte invece al mezzogiorno, e dei quali non mancheranno altre volte le occasioni di parlare più a lungo.

Se i monti formano per così dire la *positiva* del suolo, le vallate ed i fiumi che da essi dipendono ne segnano la *negativa*. Dalla speciale disposizione dell'Apennino, sopra accennata, deriva che mentre nella chinata orientale di esso, verso il Po, o direttamente verso il mare Adriatico, i fiumi corrono quasi perpendicolarmente al crinale,¹

¹ G. SCARABELLI, *Sulla probabilità che il sollevamento delle Alpi si sia effettuato sopra una linea curva.*

entro valli che si potrebbero dire di semichiusa, formate dalla corrosione delle acque; invece ad occidente, sebbene il Tirreno sia nella stessa posizione dell'Adriatico appetto al crinale apenninico, i fiumi principali, come quelli già nominati della Lavagna, della Vara, della Magra, del Serchio, della Lima, della Sieve, dell'Arno, del Tevere, ed altri intermedi di minore lunghezza, corrono per gran tratto paralleli all'Apennino, volgendosi al mare, perpendicolarmente al crinale di esso, unicamente nell'estremità inferiore del loro corso. Questo avviene appunto perchè le valli, invece di essere di semichiusa, sono longitudinali, e formate da sinclinali aperti verso il mezzogiorno e chiusi a settentrione. Ed ora che si è detto della costituzione dell'Apennino, la qual cosa era necessaria per meglio comprendere ciò che si dirà di poi, passiamo a considerare a buono i rapporti di esso colla *Catena metallifera*.

La direzione dell'Apennino esaminata in rapporto coi sistemi montuosi circostanti, cioè colla distesa delle Alpi da una parte, e colla *Catena metallifera* dall'altra, risulta diagonale a questi. Se si accettasse in tutto od in parte l'opinione oggi predicata, la quale attribuisce l'origine delle elevazioni montuose a forze laterali, operanti in modo esclusivo, o concorrenti con forze verticali, non sarebbe difficile riconoscere la forza sollevatrice dell'Apennino, come un risultante di due forze risedenti rispettivamente nelle Alpi e nella *Catena metallifera*. Anzi, quasi la posizione diagonale dell'Apennino potrebbe essere addotta come prova della *risultanza* di più forze laterali che si potrebbero scomporre nei loro elementi, ponendone la sede nei luoghi dovuti. Se la forza sollevatrice dell'Apennino avesse agito lungo una linea parallela alla direzione della giogaia, come qualche volta mi pare si ritenga, si sarebbe avuta una serie montuosa unica e continua, formata da più ripiegature parallele l'una all'altra; ma questo vedemmo non essere il caso dell'Apennino. Esso si diparte con grande semplicità, con direzione da occidente ad oriente, addossato e pigiato di contro all'estremità settentrionale della *Catena metallifera*, e probabilmente a ridosso di qualche lembo di questa nascosto nel mare Ligure fra la Spezia e le Alpi marittime; appena venuto meno l'ostacolo della *Catena metallifera*, ad oriente delle Alpi Apuane, l'Apennino si dilunga verso il mezzogiorno d'Italia, formato da successivi lembi scalati tutti con derivazione da settentrione, anzi propriamente da N.O. Questo fatto è singolarmente adattato a mostrare che non era punto una forza parallela alla giogaia la quale ne operava il sollevamento, ma che si tratta del concorso di due forze, una delle quali, la forza attiva maggiore, derivava da settentrione; l'altra, la forza di resistenza, o se vogliamo di attività minore, era a mezzogiorno. La forza attiva, secondo questa ipotesi, sarebbe derivata dalle grandi Alpi; queste, sollevandosi e comprimendo perciò lateralmente il terreno, stringevano quel tratto compreso nell'ampio cerchio della valle del Po, fra esse e la *Catena metallifera*, ed all'estremità del cerchio poteva essere formato un ripiegamento che dava origine all'Apennino. La *Catena metallifera*, senza paragone meno estesa delle Alpi, o pella minore spinta laterale da essa prodotta, o per non aver prodotto nessuna spinta, avrebbe potuto operare come contrasto e come forza di resistenza; per la qual cosa, l'Apennino era stretto e pigiato a ridosso di essa nella sua estremità settentrionale; ma oltrepassato e sparito da quel lato l'ostacolo,

la forza sollevatrice derivante dalle Alpi, continuando ad agire sull'Apennino, lo avrebbe appunto disteso in serie scalate.

Questa è una delle ipotesi che si possono fare oggigiorno relativamente alla origine dell'Apennino, e che io ho presentata, quasi per disimpegno dell'obbligo che ho assunto meco stesso nello scrivere queste pagine, piuttosto che citare semplicemente delle ipotesi altrui. È assai spiacevole il fare a tasto e a tentoni delle ipotesi che dopo qualche tempo gli studiosi credono non utili nemmeno a consultarsi. Se questa circostanza esiste per tutte le scienze, tanto più sussiste per la geologia nello studio dei sollevamenti, dappoichè finora manchi ogni criterio scientifico basato unicamente sui fatti. La teorica dei sollevamenti è una teorica meccanica, e chi vorrà parlarne con cognizione, dovrà essere non solo profondo geologo nè solo profondo matematico, ma e l'uno e l'altro insieme.

Il SUSS ed altri, pur ponendo l'origine de' sollevamenti nelle pressioni laterali, spiegano questi in tutt'altra maniera. Il SUSS nega che il sollevamento si estenda in direzione contraria a quella donde viene la forza, che perciò in una giogaia montuosa nella quale le piegature parallele sempre minori si succedono tutte da un lato, convenga ammettere la origine della pressione nel lato opposto: nell'Apennino, come per tutte le giogaie dell'Europa, che hanno le pendici più dolci e più declivi nel lato settentrionale, la forza laterale sollevatrice, secondo l'illustre geologo, derivò dal mezzogiorno.

Questa forza, mentre sospinse il terreno a formare dolci piegature verso settentrione, slogò e sprofondò le rocce dalla parte dalla quale essa proveniva, e produsse que' troncamenti e quelle rotture che fanno apparire le rocce più antiche, e lungo le quali si manifestano le linee de' vulcani e de' terremoti, nei fianchi meridionali delle giogaie nostre.

Non si potrebbe discutere qui tutta la teorica pazientemente e lungamente studiata dal SUSS, che forse non è meno sistematica delle teoriche de' suoi antecessori: per lo meno, nel tenere molto conto dei fenomeni di inabissamento e di sprofondamento, e di catastrofi subitanee ed improvvise dedotte da fatti notati per lo più nella penisola italiana, e che si potrebbero spiegare con altri principii, le dottrine del SUSS risentono l'influsso storico delle idee dei geologi meno recenti, contro de' quali lottando, acquistò il LYELL una delle sue glorie scientifiche più durevoli. Ad ogni modo la teorica d'un geologo illustre, tanto meglio se è la più recente per data, ha il diritto di esser presa come punto di partenza di una discussione: si è perciò che pur col sentimento di non esserne interamente convinto, e colla persuasione che grandi cambiamenti avverranno in questa parte della geologia, passo a discutere talune circostanze della medesima.

Le supposizioni del SUSS, relative ad una forza proveniente da mezzogiorno, parmi non ne possano escludere altre che pure sarebbero d'accordo colle leggi generali della dinamica. Infatti una forza attiva che agisce ad una estremità di un mezzo uniforme, si propaga nelle successive molecole di questo, uniformemente ed indefinitamente, nella direzione opposta a quella onde viene. Se poi incontra nella estremità opposta una forza di resistenza, essa tende a manifestarsi prevalentemente in quella parte nella quale la resistenza opposta è minore; se perciò la forza agente fosse una pressione laterale

nel suolo, all'incontro di qualche ostacolo, in parte tenderebbe a vincere l'ostacolo orizzontalmente, ed in parte si risolverebbe in un sollevamento verticale di strati per formare così il principio di un sistema montuoso. Se così stanno le cose, la forza sollevatrice, cioè la pressione, deriva dal lato medesimo verso il quale la serie delle piegature montuose insieme pigiate e sempre minori, si va perdendo sotto la pianura: e a proposito dell'Apennino, la pressione sarebbe derivata dalle Alpi, cioè dal settentrione, anzichè dal mezzogiorno, e si sarebbe manifestata in un sollevamento verticale, di contro alla forza di resistenza presentata dal sollevamento già da lungo tempo esistente della *Catena metallifera*. L'essere la forza attiva e la forza di resistenza, non parallele, ma ad angolo fra loro, avrebbe condotto l'Apennino a non essere parallelo nè all'una nè all'altra, ed a non avere una struttura semplice e continua; ma a stare invece secondo una direzione diagonale a quella delle due forze, ed a costituirsi in una serie molteplice di piccole giogaie parallele, scalate, come si è detto, da N.O. verso S.E.. La legge che vale per l'Apennino può essere generale per le giogaie montuose; e quelle giogaie che si presentano nello stesso modo, colle pendici più declivi, e colla successione continua delle piegature laterali più o meno verso settentrione, possono essere state originate, se mai, per effetto di pressioni provenienti dal settentrione, anzichè dal mezzogiorno, bensì impedito ed ostate da questo lato. Il ROGERS, mi pare sia di questa opinione, per ciò che riguarda la formazione di varie giogaie, p. e. del Giura.¹

Abbiamo ritenuto che quando la forza attiva orizzontale trova un ostacolo nel suolo, p. e. in una giogaia già sollevata, siccome quello non può essere rigido e resistente in maniera assoluta, essa si scompone, ed in parte seguita il suo urto orizzontale contro l'ostacolo, in parte si manifesta col sollevamento nel verso nel quale la resistenza è minore. Ma intanto quel combinarsi delle due forze, orizzontale e verticale, a ridosso dell'ostacolo formato dalla giogaia già sollevata, opera lentamente e con maggiore o minore efficacia, in questa, a guisa di una leva, e vi estende il sollevamento, che è maggiore da quel lato donde viene la forza, minore dal lato opposto: si può avere perciò nella giogaia antica, un movimento di altalena. In vari lembi della *Catena metallifera*, e specialmente in quelli che hanno più a ridosso l'Apennino, si verificano degli esempi speciosi, i quali mostrano, indipendentemente da ogni legge teorica, la derivazione da settentrione, anzichè da mezzogiorno, della forza sollevatrice dell'Apennino, e dai quali appunto si può dedurre che il fianco settentrionale di quei lembi della catena rivolti proprio all'Apennino, si è rievato a maggiore altezza e quindi con maggiore velocità, del fianco meridionale prospiciente il Tirreno, il quale del resto si è levato pur esso, e tende continuamente ad innalzarsi con tutta la regione adiacente. Le principali osservazioni varranno a proposito dell'importante giogaia delle Alpi Apuane, alla quale è strettamente addossato il crinale principale apenninico separato appena dalla vallata sinclinale longitudinale del Serchio. Or dunque, lungo tutto il fianco N.E. di esse Alpi, i lembi del Macigno eocenico, rispondenti a

¹ H. D. ROGERS, *On the laws of the structure of the more disturbed zones of the earth's crust*. Geol. of Pennsylvania, vol. II, 1858, pag. 901.

quelli che formano le vette ed il crinale apenninico, son sollevati fino a 600 metri, e forse qualche cosina più se si riguardano nel Monte Volsci; lungo tutto il lato di S.O., invece, essi sono elevati appena di 100 o 150 metri, se si eccettui il lato più settentrionale, nel quale, per essere più prossimo alla giogaia principale dell'Apennino che in quella direzione volge ad occidente, il sollevamento giunse fino a circa 300 e 400 metri. In relazione manifesta e ben notevole con questo fatto, è la disposizione delle sommità maggiori delle Alpi Apuane. La massa centrale di queste, infatti, sollevata come si sa a cupola, non presenta le sue sommità maggiori nel centro della cupola ed in rispondenza alle rocce centrali più antiche, forse appunto pella durata e pella forza del sollevamento che, siccome vedemmo, fu minore qui che nelle grandi Alpi. Invece gli schisti cristallini centrali formano delle sommità non molto elevate, e le più alte di queste si trovano tutto all'ingiro nelle rocce calcaree che stanno al disopra ed intorno, formando una cerchia dell'elissoide. Si potrebbe dire, per conseguenza, che il sistema montuoso apuano ha, in grande, e colle dovute restrizioni, l'apparenza di un grande cratere, talchè la regione più bassa, ossia le sommità minori, sono nel centro, mentre la regione più elevata, ossia le sommità maggiori, sono tutte all'intorno. Ora forse per effetto del sollevamento apenninico che vedemmo agire più a N.E. della giogaia alpina, che a S.O., il fatto è che le sommità a N.E. della massa centrale delle Alpi Apuane sono tutte assai più elevate di quelle situate a S.O., anzi da quel primo lato si ergono i più belli ed i più arditi picchi di tutta la giogaia, rivaleggianti con quelli delle grandi Alpi. La loro altezza in fatti, dalla Pania al Pizzo d'Uccello che è più a settentrione, varia dai 1500 ai 2000 metri; invece a S.O., il Monte Carchio ed il Sagro, che sono i più alti, non han più di 1500 metri, e gli altri, come il Monte Gabberi, e specialmente il Monte Costa, non superano i 1200 metri. L'osservazione che ora riferirò non avrà forse importanza, ma ad ogni modo come constatazione d'un fatto non la lascerò passare; si può osservare adunque che la differenza tra le elevazioni di N.O., e le corrispondenti di S.E., è appunto eguale, circa alla differenza che corre fra l'elevazione maggiore alla quale è portato il Macigno nel lato N.O. di maggiore innalzamento, e l'elevazione cui esso è portato nel lato S.E.. Nei dintorni della Spezia pure si potrebbe fare la medesima osservazione della maggiore altezza alla quale sono portati i lembi a N.O. del promontorio occidentale e dell'orientale, cioè del Capo Corvo, se non che quivi le cose si presentano con minore evidenza che nelle Alpi Apuane, mancando l'estremità a S.E. dell'elissoide del Capo Corvo. Il fatto stesso è ancor meno palese nelle altre elissoidi della *Catena metallifera* distese verso il mezzogiorno, chè tutte sono assai più lontane dal crinale dell'Apennino, quindi dalla linea del massimo sollevamento di esso; sebbene tutte presentino nello stesso modo un nuovo innalzamento in rispondenza all'Apennino, tanto maggiore quanto più si accostano a questo.

Oltre a questi fatti già di per sè assai evidenti e costanti, altri di non minore importanza si presentano, relativi alla medesima cagione, al solito in quei lembi più a ridosso dei quali è l'Apennino, cioè nei promontorii della Spezia e nelle Alpi Apuane, e forse anche in grado minore nel Monte Pisano. Uno dei fatti meglio conosciuti di

rovesciamenti di strati, perchè moltissimi geologi italiani e stranieri ne hanno parlato, e perchè ha dato luogo ad eleganti controversie, ora però ben definite perchè tutti sono concordi nell'ammetterlo, è il rovesciamento degli strati infraliassici e liassici nel promontorio occidentale della Spezia. Essi, originariamente inclinati verso E. a settentrione di Coregna, sono rivoltati, e dopo avere descritta un'amplissima curva, sono assai inclinati in senso contrario verso O. . Gli stessi fatti di rovesciamento di strati, con inclinazione di contro al mare, anzichè di contro all'Apennino, si trovano ripetutamente nel lato S.O. delle Alpi Apuane, verso il Tirreno. Per un buon tratto di più centinaia di metri (che nelle mie *Considerazioni stratigrafiche* è detto per errore tipografico un breve tratto *) dalla foce del Canale di Montignoso nel piano, fino a S.Eustachio, nel Massese, gli schisti triassici sono inclinati verso S.S.E. con angolo di circa 30°, invece di avere la inclinazione ordinaria, che hanno al disopra, verso O.N.O. ; la stessa cosa avviene negli schisti centrali paleozoici sotto ai calcari di Giustagnana nella Versilia, e negli schisti triassici superiori alla zona dei calcari anzidetti sopra Canevara nella valle del Frigido: meglio ancora si può notare ciò nella stessa valle di Montignoso negli strati schistosi che stanno tutto all'intorno del Monte Carchio e degli schisti adiacenti. Per ultimo un rovesciamento parziale, nella stessa direzione, nello stesso fianco ad Ovest verso il Tirreno, e negli stessi rapporti, benchè con assai minore, anzi con minima estensione, ho notato negli schisti triassici sottostanti al calcare infraliassico d'Asciano, e negli schisti liassici superiori, sotto ai calcari neocomiani di Rigoli, di Pugnano e delle Mulina.

Gli strati che da prima erano inclinati con pendio verso l'odierno crinale dell'Apennino, e colle testate più o meno a settentrione, subirono da quella parte un innalzamento, ed incurvandosi lentamente a cerniera, vennero a rovesciarsi in direzione affatto contraria. Se accordiamo quelli cogli effetti del sollevamento apenninico sui lembi della *Catena metallifera*, già citati, possiamo credere che la cagione ne sia una sola, e trovare una possibile conferma della supposizione che il sollevamento apenninico, ed i nuovi movimenti dell'antica giogaia litorale, derivassero da una forza attiva proveniente da settentrione.

Del resto, anche lo SCARABELLI, intendentissimo di stratigrafia, fu colpito singolarmente dalla inversione degli strati nel promontorio occidentale della Spezia, e l'attribuì ad una pressione laterale derivante dal N.E.¹ dalla parte delle Alpi, e ad un rinculo graduato dell'Apennino Ligure-Bolognese verso il Mediterraneo, il quale, secondo lui, avrebbe prodotta l'emersione delle elissoidi Apuane e Pisana, e dell'Apennino, nel tempo stesso nel quale si formava la valle del Po. Riguardo a quest'ultima supposizione però, sappiamo già che la *Catena metallifera* in generale, e le elissoidi Apuane e Pisana in ispecie, ebbero un sollevamento in epoca, non contemporanea, nè posteriore, ma più antica di quella dell'Apennino; e che a quella pressione laterale che produsse fra le altre cose l'inversione degli strati ad occidente della Spezia, dobbiamo

¹ G. SCARABELLI. *Sulle cause dinamiche delle dislocazioni degli strati negli Apennini* (Atti Soc. It. Scienze nat., vol. VIII, Milano 1865).

attribuire, non la prima emersione di alcun lembo della *Catena*, ma soltanto dei movimenti ulteriori, i quali bensì possono essere contemporanei all'innalzamento apenninico.

Non bisogna dimenticare però che se passiamo nell'Apennino vero e proprio, troviamo nel Colle di Monsummano, che è propriamente dirimpetto al Monte Pisano, dei fenomeni affatto contrari a quelli notati fin qui. Infatti le antiche rocce liassiche rispondenti a quelle di tutta la *Catena metallifera*, che formano la cupola quasi conica di Monsummano, sono pigiate addosso all'Apennino, ed hanno gli strati del lembo orientale, rovesciati ed invertiti, sopra alle rocce cretacee più recenti. Questo forse si potrebbe spiegare, supponendo uno spostamento avvenuto pella pressione laterale che agì maggiormente nelle parti inferiori della cupola spingendole verso il piano, mentre le parti superiori, cioè più elevate, rimasero arretrate, aderenti alla massa delle altre rocce che formano il crinale del Monte Albano, derivazione secondaria dell'Apennino.

Nelle stesse Alpi Apuane, per un lungo tratto nel fianco N. E., si ha un rovesciamento affatto contrario a quelli avvenuti nel lato esterno opposto, verso il mare. Da Filicaia a San Michele per una lunghezza di quasi 9 chilometri, gli alberesi, gli schisti, le arenarie, le serpentine, i graniti ed i tufi ofiolitici dell'eocene superiore, che formano la pendice esterna dell'elissoide apuana, e la porzione destra del sinclinale nel quale scorre la valle del Serchio, sono rovesciati, in masse variabili da pochi metri, a qualche centinaio, inclinati verso S. o verso S. O., e pigiati di contro agli strati contemporanei che formano la pendice sinistra della valle, ed il contorno esteriore dell'Apennino Garfagnino. Questi rovesciamenti esistenti ad ambedue i lati delle Alpi Apuane, potrebbero anco essere ritenuti come indizii, per attribuire la forza sollevatrice a movimenti verticali, come si riteneva in passato, anzichè orizzontali: il sollevamento, operando sulle masse centrali, e sforzando sempre nuovi strati ad uscire sopra la superficie del suolo, avrebbe obbligate le masse laterali a cedere il posto, ad espandersi, ed a stendersi a modo di ventaglio, rovesciandosi sull'orizzonte circostante.

Ripeto, che ponendo io delle ipotesi, intendo più che a creare delle supposizioni nuove, a mostrare come le antiche non sieno accettabili. Secondo l'ipotesi sopra esposta, questi monti della *Catena metallifera* dopo che furono sollevati, formarono un ostacolo ed una resistenza ad una pressione che derivava dalle Alpi, mano mano che l'innalzamento di queste si estendeva ed aumentava; perciò durante l'epoca eocenica emerse un nuovo sollevamento dal quale fu costituito l'Apennino, e che fino ad un certo punto ebbe ed ha l'apparenza di una serie di piegature laterali ad un de' lati della nostra *Catena*. La spinta laterale che operava il sollevamento dell'Apennino, agiva in parte di contro all'ostacolo presentato dalla *Catena*, sicchè tendeva ad innalzare anche questa, e di fatti di nuovo l'innalzò, operando maggiormente nei lembi più prossimi al crinale apenninico, estendendo via via l'innalzamento sempre più verso occidente, e strappando così alla forza distruttrice de' mari sempre nuovi lembi montuosi che altrimenti sarebbero senza dubbio scomparsi e distrutti.

Concludendo, vedemmo che nella *Catena metallifera*, come sistema montuoso a sè, non si poteva ammettere un lato di sprofondamento da una parte, ed un lato di declive innalzamento dall'altra; vedemmo che questo fatto neppure si verificava

nell' Apennino di per sè considerato; poichè esso si presenta come una giogaia più o meno intera e completa in tutte le sue parti; da ultimo abbiamo detto che quello sprofondamento neppure si poteva ammettere nella *Catena metallifera*, in quanto questa si trovasse in relazione col sollevamento apenninico, che anzi dicemmo l'innalzamento dell' Apennino essersi esteso anche a tutte le parti di essa. Su questo punto però bisognerà fermarci di nuovo alquanto, perchè il preteso inabissamento della *Catena metallifera*, considerata come un lembo esterno dell'Apennino, dal lato del Tirreno, è uno degli argomenti principali, e forse senz'altro il principale, pel fondamento di alcune deduzioni teoriche generali, ed è considerato quasi come il tipo di altri inabissamenti consimili. Ora, provando l'insussistenza del medesimo, anzi provando come si verifichi il fatto contrario, converrà mutare alcune ipotesi che, sia nella geologia particolare d'Italia, sia nella geologia generale, sono state stabilite. Esaminiamo adunque una ad una le elissoidi meglio conosciute fin qui, per vedere quali regole abbiano, la disposizione della loro cerchia, la perfezione dei loro strati, e l'innalzamento delle rocce posteriori.

In sul primo fu detto dal SAVI, che tutte le elissoidi comprese nella *Catena metallifera* avevano subito uno sprofondamento durante l'epoca terziaria; ma via via, in tutti i diversi luoghi nei quali la geologia veniva meglio conosciuta, si scoprivano dei fatti di sollevamento evidentissimi che, per non distruggere la teorica, erano considerati come eccezioni ad essa; in fatto però queste eccezioni si verificavano e si verificano in tutti quanti i luoghi, sicchè colla loro generalità mostrano che non solo non è giustificata la regola già posta, ma anzi è vera la regola contraria. Il COCCHI¹ incominciò a notare i lembi pliocenici lacustri sollevati a N.E. delle Alpi Apuane, per cui ebbe a ritenere che se queste Alpi eransi sprofondate a mezzogiorno, eransi però innalzate almeno a settentrione; il COCCHI stesso provò che l'eocene si era sollevato al di sopra della elissoide dell'Elba, quindi si cominciò a dubitare che questa non facesse parte del sistema primitivo della *Catena metallifera*;² l'ACHIARDI³ poi trovò la Montagnola Senese aver subita una emersione dai mari dopo l'epoca pliocenica, e perciò ritenne che dessa, con qualche altro lembo forse della Catena, facesse una eccezione e si fosse risollevata invece che sprofondata; poi fu pubblicato il fatto dei terreni pliocenici sollevati ad oriente del Monte Pisano,⁴ ed anche questo provò che vi era stato un innalzamento da quel lato. Da ultimo il SUSS⁵ medesimo, avendo veduto da se, in modo non dubbio, sollevati in qualche luogo a' piedi della *Catena metallifera*, lungo il Tirreno, sulla costa di Savona, in Toscana, ed a Taormina in Sicilia, dei lembi pliocenici, riguardò questo fatto come prova che lo sprofondamento era avvenuto

¹ I. COCCHI, *L'uomo fossile nell'Italia centrale*, p. 35.

² G. MENEGHINI, *Su di un lavoro di E. Suess. — Lettera a I. COCCHI* (Bullett. del R. Com. Geologico, 1872, n. 3 e 4).

³ A. D'ACHIARDI, *Paragone della Montagnola Senese con gli altri monti della Catena metallifera della Toscana* (Bullettino del R. Com. Geologico, 1872, n. 11 e 12).

⁴ C. DE STEFANI, *Natura geologica delle colline della Val di Nievole e delle valli di Lucca e di Bientina* (Att. della Società Toscana di scienze nat.), Pisa, 1875.

⁵ E. SUSS, *Die Entstehung* etc., pag. 28.

anteriormente al pliocene, e si limitò a notare che desso aveva una rispondenza nel sollevamento di terreni neogenici in Piemonte, a' piedi delle Alpi occidentali. Ma, ripeto, in qualunque altro luogo si vada, queste eccezioni sono generali.

Infatti nel promontorio occidentale della Spezia, ad Ovest, a Nord e ad Est, è sollevato il macigno eocenico insieme coi lembi delle rocce più antiche metallifere ch'esso ricopre; lo stesso ha luogo a N.O. ed a S.E. del promontorio orientale, cioè del Capo Corvo, la cui elissoide si presenta interrotta verso S. O., sul mare. Le Alpi Apuane hanno eguali rocce da ogni lato, e da ogni lato intorno ad esse, tanto verso l'Apennino come verso il mare, sono sollevati, come già si è visto, i terreni eocenici in parecchi lembi: in un tratto ad Est sono sollevati anche i terreni pliocenici marini; lungo il N.O., oltre ai terreni eocenici sono dei sedimenti litorali recenti: ora se da questo lato si riscontra l'elissoide secondaria di Camaiore, cui appunto manca tutta la parte occidentale, coperta da terreni eocenici e recenti; nella parte opposta, verso Est, è l'elissoide delle Avane, cui manca per converso tutta la parte orientale sepolta sotto terreni eocenici e pliocenici. Nel Monte Pisano, come si è visto, il lato meno scompleto è l'occidentale, dove si giunge fino all'eocene che lo ricopre, quindi è quello di mezzogiorno nel quale terreni postpliocenici o recenti cingono i lembi de' calcari infraliassici e liassici; più scompleti sono i lati orientale e settentrionale, dove il pliocene ed il Macigno ricoprono direttamente gli schisti triassici del Verrucano. Nella Montagnola Senese, i lati più scompleti sono, per una parte quello di Ovest, e per la parte più meridionale quello di Est, nei quali terreni cretacei e pliocenici ricoprono l'infralias ed il trias. Invece, il pliocene è sollevato a S.O. della Montagna di Cetona, e dagli altri lati sono sollevati colla Montagna stessa i terreni eocenici. Il Cocchi ha già fatto testimonianza del sollevamento eocenico dell'Elba, la cui elissoide è maggiormente scompleta nel lato orientale. L'isola del Giglio invece presenta il piccolo resto della sua elissoide più completo ad occidente. Il Monte Argentario sembra più scompleto a Nord ed a Sud, nei quali lati il trias è direttamente circondato dal mare, mentre ad Ovest e ad Est nel mare scendono i calcari infraliassici. Nel Monte di Jano pure l'elissoide è sollevata, a Nord insieme col pliocene che ricopre il trias ed il carbonifero, a Sud colla creta superiore che ricopre l'infralias. Tutti gli altri lembi della *Catena metallifera* che sono meno minutamente conosciuti, tutti pure mancano di regola costante, quale fu supposta a priori, nel lato o ne' lati dai quali la cerchia delle loro più antiche rocce è scompleta; basta percorrere una volta la Toscana, venendo dal settentrione d'Italia e andando verso il mezzogiorno, onde persuadersi che tutti i lembi della *Catena metallifera* i quali fanno parte della terraferma, come pure quelli della maggior parte delle isole, furono e sono sollevati, dove col pliocene, dove coll'eocene, dove con altri terreni. Nel franamento e nello scoscendimento delle loro rocce non esiste altra legge, se non quella che deriva dall'essersi trovate queste sui confini dei litorali, o sommerse, esposte per una durata maggiore o minore di tempo alle invasioni e alle distruzioni del mare. Del resto, senza stare ad enumerare i fatti dei singoli luoghi, e ad accennare come quasi la natura si sia data cura di porre accanto ad uno scoscendimento in un senso uno scoscendimento in senso contrario, per mostrare la mancanza di una legge di sprofondamento quale fu supposta, sarebbe stato sufficiente il rimontare alle origini

prime della teorica, per provare la non esistenza dei fatti su cui questa si fonda. Il SAVI la stabiliva nel 1839¹, e nella condizione degli studii dei suoi tempi non avrebbe forse potuto fare altrimenti. Infatti a' suoi tempi non si conosceva alcuna traccia di terreno terziario che si fosse depositato intorno ai lembi della *Catena metallifera*, per cui era forza ammettere che questi, invece di sollevarsi o di rimanere tali quali, si erano sprofondati, durante o dopo l'epoca terziaria. Se non si conoscevano tracce di terreni terziarii sollevati, questo non derivava già da non avere osservato quelli che realmente vi esistevano e vi esistono; ma da ciò che il *Macigno* il quale con sì grande estensione ricinge e ricopre quei lembi, e che per lo innanzi era stato considerato come un terreno così detto primitivo, era allora riposto nell'epoca secondaria; i lembi pliocenici poi che circondavano le antiche elissoidi, o non erano conosciuti, o venivano confusi con terreni alluvionali. Da ciò si vede adunque che in quei tempi la teorica dello sprofondamento aveva tutte le apparenze della verità; d'allora in poi i geologi non hanno più riguardato alle sue origini; ma senza curarsi di correggere i fatti sui quali era fondata, l'accettarono tale quale, e credettero rintracciare dei nuovi argomenti più o meno saldi i quali la sostenessero. Di questi argomenti secondari e posteriori ho dovuto occuparmi altrove;² e gli studi più recenti già compiuti hanno reso sempre più facile il combatterli. Toccando alle origini della teorica, è chiaro che oggidì il *Macigno* invece che come secondario è riconosciuto con evidenza terziario; oltre di che si sono scoperti qua e là frequenti lembi pliocenici e miocenici prima ignorati e non distinti. Se l'illustre geologo avesse fin d'allora conosciuto quei fatti che la scienza ha messo in luce di poi, non avrebbe fondata quella teorica, ma avrebbe invece sostenuto che la *Catena metallifera*, da antico tempo sollevata e flagellata dai mari, fu risolta, e salvata in gran parte da ulteriori distruzioni, in un colla nuova e più recente giogaia dell'Apennino.

¹ P. SAVI. *Dei sollevamenti, ecc.* (Nuovo giornale dei letterati, 1839).

² C. DE STEFANI, *Dell'asse orografico della Catena metallifera*, (Nuovo Cimento, Serie II, Vol. X, 1875).

PROSPETTO

DELLA SERIE DEI TERRENI DEL MONTE PISANO

E DELLE REGIONI CIRCOSTANTI.

EPOCHE GEOLOGICHE	TERRENI DEL MONTE PISANO.
Recente	Osteocolle e concrezioni calcaree delle Mulina, d'Oliveto, di S. Giuliano, ecc.; Breccie recenti d'Oliveto, d'Agnano ecc, Pietraie delle valli di Buti, di Calci, d'Agnano e d'altrove; Alluvioni fluviali; Alluvioni palustri di Bientina e d'Agnano; Alluvioni litorali marine e sedimenti argillosi dei dintorni di Pisa.
Postpliocene	Breccie ossifere antiche di Parignana, di Oliveto e di S. Giuliano con <i>Rhinoceros hoemithecus</i> , <i>Hippopotamus Penlandi</i> , <i>Arctomys marmota</i> . Terra rossa di Agnano con <i>Pomatias maculatum</i> , <i>Clau-silia cruciata</i> , <i>C. Comensis</i> .
Pliocene	Sabbie, ghiaie e argille delle Cerbaie, di Montecchio, di S. Leonardo, ecc., con <i>Pinna tetragona</i> , <i>Arca pectinata</i> , ecc.
Miocene	Manca
Eocene superiore	Manca
Eocene medio	Arenaria <i>macigno</i> , di Ripafratta, di Cerasomma e di S. Ginese.
Eocene inferiore	Manca
Creta superiore	Schisti argillosi di Ripafratta; Schisti, alberesi, ed arenarie di S. Ginese.
Creta media	Schisti galestrini e diaspri del Monte Maggiore e della Valle di Cerasomma; Calcere screziato con foraminifere di presso Ripafratta.
Neocomiano e Tortoniano	Calcari dolomitici, compatti, cavernosi, con selci, e con foraminifere di Corliano, di Rigoli, delle Mulina, della Villa Borghi, del Monte Maggiore e della Valle di Cerasomma.
Lias superiore	Arenarie, cipollini, diaspri e schisti rossi, verdi, cerulei e lionati con <i>Posydonomia Bronni</i> di Rigoli, delle Mulina e del Monte Maggiore.
Lias medio	Calcari con encrinidi di Corliano e del Lucchese; calcari con selce inferiori, di S. Giuliano, delle Pianacce, ecc.
Lias inferiore. <i>Piano A.</i>	Calcari rossi e verdastri, argillosi, con encrini ed ammoniti di S. Giuliano e Santa Maria del Giudice.
<i>Piano B.</i>	Calcari ceroidi, bianchi, con <i>Pleurotomaria præcatoria</i> , DESLONG., <i>Avicula inæquivalvis</i> , Sow., <i>Pecten acutiradiatus</i> MÜNSR.
Infralias	Calcari grigio-cupi inferiori, compatti, saccaroidi, cavernosi di Castellare, d'Oliveto, di Asciano, di Agnano, dei Bagni della Duchessa, del Monte di S. Giuliano e di S. Maria del Giudice.
Trias	Anageniti, <i>grauwacke</i> , micaschisti, filladi e quarziti centrali.
Paleozoico	Manca ?
Prepaleozoico	Manca.

TERRENI DELLE REGIONI CIRCOSTANTI AL MONTE PISANO.

Breccie, frane, pietraie, torbe, alluvioni, panchine, travertini recenti e caverne recenti.

Breccie di Monte Tignoso presso Livorno; parte della panchina di Livorno con *Cyprina Islandica*; argille lacustri della Darsena Leopolda e del pian di Salviano (Livorno); travertini antichi di Monsummano, di Rapolano, delle valli della Staggia, dell'Elsa, e d'altrove.

Sabbie gialle, tufi ofiolitici e ghiaie litorali marine; argille turchine d'alto mare delle valli d'Arbia, dell'Era, dell'Elsa e della Fine. Calcari ad *Amphistegina*; panchine e pretesi calcari di Leitha; arenarie di Perolla e di Berignone; terreni lacustri della Magra, del Serchio, della Sieve e dell'Arno; strati salmastri a *Potamides* del Senese; strati a *Dreissena* del Serese e del Pisano; strati ad *Ophicardelus* delle valli d'Elsa e di Nievole.

Marne e molasse a *Dreissenae* o *Congeriae* gessifere e salifere; strati lignitiferi del Senese e delle Maremme; calcari di Dicomano in Mugello e di Vernio in Casentino (mioc. inferiore).

Schisti argillosi lucenti, alberesi, tufi ofiolitici, serpentine, diabasi, eufotidi, graniti, gabbri superiori della Liguria marittima, della Lunigiana, della Garfagnana, della Valle Tiberina.

Arenaria macigno dell'Apennino e delle Alpi Apuane; *Flysch* delle grandi Alpi e dei Carpati.

Calcare nummulitico e schisti interposti di Soraggio, Corfino, Val di Sauro, Torrita, Sassi, Monte Perpoli, Pescaglia, Mosciano, Val d'Ombrone Pistoiese, del Massetano, ecc.

Alberesi inferiori, schisti argillosi, e pietraforte della Freddana e della Val di Serchio inferiore, della Val di Nievole, della Val d'Ombrone Pistoiese, di Firenze, del Chianti, delle valli della Cornia, della Pecora, della Bruna, dell'Ombrone Grossetano, della Cecina, dell'Era, dell'Elsa, ecc.

Galestri varicolori, arenarie, diaspri, calcari silicei, calcari screziati con foraminifere, serpentine diallagiche, eufotidi, diabasi, gabbri ecc., delle Alpi Apuane (Monti di Quiesa, Valle della Freddana, Sesto, Borgo a Mozzano, Torrite Cava, Torrita, Cerretoli), dell'Apennino Ligure e Toscano (dintorni della Spezia, Rocchetta, Giarreto, valli del Panaro, dell'Enza, della Secchia, del Reno, della Lima, del Sauro, della Fegana, della Nievole, Mommio, Sassalbo, Soraggio, Corfino, Radici, Barga, Monte Catini, Montagnola Senese, monti di S. Gemignano, Monti Livornesi), e dell'Apennino Romano.

Calcari con selce, calcari ceroidi, rosei o verdi e schisti diasproidi delle Alpi Apuane (monti di Pietra a Padule, della Val di Serchio inferiore, Decimo, Bargiglio, Palodina ecc.), della Val di Lima (Prato fiorito, Lucchio e Vico), della Val di Magra (Giarreto), e dell'Apennino centrale.

Arenarie, schisti, diaspri, e calcari varicolori del Promontorio occidentale della Spezia, delle Alpi Apuane (Torrita di Galliciano, Cerretoli, Nocchi, Domazzano, Balbano, Repole), Monte Catini in Val di Nievole, Monsummano, Campiglia, Cetona, Cesi, Marconessa, Monti Sibillini, Monticelli.

Calcari con selce ammonitiferi, e lumachelle della Spezia, delle Alpi Apuane (Ajola, Rontano, Cerretoli, Vergemoli, Trassilico, Torrite Cava, Camajore, Filettole), Val d'Ozola, Valbona, Mommio, Soraggio, Corfino, Monsummano, Campiglia, Cetona, Gerfalco, Monte Catini, Cesi, Marconessa, Monti Sibillini, Monticelli.

Spezia, Alpi Apuane (Monte Preti, Montignoso, Carrara, Monte Acuto, Rontano, Canale delle Capannelle, Vergemoli, Eremita, Trassilico, Matanna, Pescaglia, Camajore), Val d'Ozola, Soraggio, Corfino, Monsummano, Montagnola Senese, Campiglia, Gerfalco, Cetona, Prata.

Calcari grigio-cupi e ceroidi del Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane, (Monte Preti, Monte Acuto, Roggio Torrite Secca, Galliciano, Monte Matanna, Vecchiano), Sassalbo, Val d'Ozola, Valbona, Acquabuona, Mommio, Soraggio, Corfino, Monsummano, Campiglia, Elba, Montagnola Senese, Cetona, Gerfalco, Serrabottini, Montieri, Gavorrano, Monte Catria, Monte Malbe, Cesi, Monti Sibillini.

Calcari grigio-cupi, compatti, schistosi, cristallini, cavernosi, gessosi o dolomitici delle Alpi marittime, Promontorio occidentale della Spezia, Capo Corvo, Alpi Apuane (Carrara, Tecchia, S. Giorgio, Corfigliano, Monte delle Capanne, Pania, Matanna, Compito, Gabberi, Val di Castello, Vecchiano), Campiglia, Jano, Cornocchio, Monte Miccioli, Spicchiaiola, Lecceta di S. Gemignano, Gorgona, Elba, Montagnola Senese, Cetona, Monte Orsaio, Formiche di Grosseto, Bella Marsiglia, Giglio, Monte Argentaro, Ansedonia, Capalbio, Cap Ibiaccio, Giannutri.

Micaschisti, cloroschisti, quarziti, ardesie, arenarie, marmi, e grezzoni del Capo Corvo, delle Alpi Apuane, Gorgona, Elba, Montagnola Senese (Gallena, Brenna), Ponte a Macereto, Roccastrada, Monticiano, Monte Antico, Poggione di Prata, Serrabottini, Monte Orsaio, Bella Marsiglia, Giglio, Monte Cristo, Monte Argentaro, Capalbio, Capalbiaccio.

Gneis, dolomiti, *grauwacke* delle Alpi marittime, delle Alpi Apuane (Frigido e Versilia), e della Corsica; schisti carboniferi e serpentine di Jano.

Graniti, *gneis* centrali ecc., della Corsica e delle Alpi marittime?

INDICE.

<p>PROEMIO Pag. 5</p> <p>BIBLIOGRAFIA. 7</p> <p>DESCRIZIONE GEOGRAFICA 10</p> <p>DESCRIZIONE GEOLOGICA 13</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPO I. — Terreni triassici. (<i>Fig. 1, 2, 3, 4, 5</i>) <i>ivi</i></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPO II. — Terreni infraliassici (<i>Fig. 1, 2, 3, 4, 5</i>). 18</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPO III. — Terreni liassici. 27</p> <p style="padding-left: 40px;">§. 1 — Lias inferiore (<i>Fig. 1, 3, 4</i>) <i>ivi</i></p> <p style="padding-left: 60px;">Quadro comprensivo dei fossili fino ad ora notati in Toscana nel Lias inferiore — Piano <i>A.</i> 37</p> <p style="padding-left: 60px;">Elenco dei fossili fino ad ora notati in Toscana nel Lias inferiore — Piano <i>B.</i> 38</p> <p style="padding-left: 40px;">§. 2 — Lias medio (<i>Fig. 1, 3, 4</i>) 39</p> <p style="padding-left: 60px;">Quadro comprensivo dei fossili fino ad ora notati in Toscana nel Lias medio 41</p> <p style="padding-left: 40px;">§. 3 — Lias superiore (<i>Fig. 1, 3</i>) 42</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPO IV. — Dei terreni probabilmente riferibili al giura superiore ed alla creta inferiore. 46</p>	<p>CAPO V. — Dei terreni della creta media, e particolarmente dei galestri ossia delle argille scagliose Pag. 49</p> <p>CAPO VI. — Dei terreni della creta superiore (<i>Fig. A, B</i>). 59</p> <p>CAPO VII. — Dei terreni eocenici. Eocene medio (<i>Fig. 1, 2, e figure A, C, D</i>) 63</p> <p>CAPO VIII. — Dei terreni pliocenici (<i>Fig 1, e fig. A.</i>) 66</p> <p>CAPO IX. — Dei terreni postpliocenici 69</p> <p>CAPO X. — De' terreni alluvionali recenti. 73</p> <p>DESCRIZIONE OROGRAFICA 88</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPO I. — Storia orografica ed idrografica del Monte Pisano. <i>ivi</i></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPO II. — Storia orografica dei Monti Metalliferi. 96</p> <p style="padding-left: 40px;">§. 1 — Loro estensione e loro origine. <i>ivi</i></p> <p style="padding-left: 40px;">§. 2 — Del sollevamento apenninico e dei rapporti fra esso e la Catena Metallifera 110</p> <p>PROSPETTO della serie dei terreni del Monte Pisano e delle regioni circostanti 123</p>
---	---
