

È nota ai geologi l'ipotesi che in una parte dell'area, ora occupata dall'Adriatico, esistesse in tempi terziari un massiccio continentale, sommerso poscia nel movimento orogenetico che modellò definitivamente la penisola italiana e del quale sarebbero stati contrafforti occidentali il Cònero ed il Gargàno e sono forse dei relitti alcune delle isolette che si interpongono fra il Gargàno e la Dalmazia. A questa terra, che occhio umano non vide e che fa riscontro alla Tirrenide, fu dato anzi un nome, quello di *Adria*.

L'ipotesi anzidetta viene principalmente attribuita a geologi di oltralpe (1); ma il concetto di una sommersione parziale dell'Adriatico sullo scorcio del terziario era stato manifestato in Italia da Taramelli nei primi suoi studi sulla geologia dell'Istria (2). In ogni modo i geologi italiani (3) che successivamente hanno studiata o solo incidentalmente toccata la quistione, si sono pronunciati in

---

(1) Mojsisovics, Neumayr, Stache, Suess, ecc.

(2) TARAMELLI, *App. sulla storia geol. dell'Istria*, ecc. Atti Ist. ven. III, 754, Venezia, 1873-74. — ID., *Descr. geogn. d. Margr. d'Istria*, ecc. 194, Milano, 1878.

(3) Scarabelli, De Giorgi, De Marchesetti, Cardinali, Canavari, Cortese, Tellini, De Stefani, Viola, Di Stefano, Bonarelli, Traverso, Niccoli, Flores, Virgilio, ecc.

vario senso, pro o contro alla supposta Adria, la quale tuttavia raccolse man mano nuovi argomenti in appoggio, principalmente nel campo litologico, quali l'affioramento di rocce eruttive sul lido di Capitanata ed i frammenti di rocce cristalline in conglomerati della regione subappennina adriatica, frammenti già notati da antichi, poi, col significato anzidetto, da posteriori osservatori.

In tempi recenti Traverso e Niccoli, accennando a fatti nuovi, che militano in favore di quell'ipotesi, compresero fra questi anche la composizione della sabbia del litorale emiliano e marchigiano con minerali pertinenti a rocce cristalline e in particolar modo alle granitiche. E invero la presenza in quella sabbia, asserita dai detti autori, di minerali mancanti nelle altre finora conosciute d'Italia, come *topazio* e *corindone*, e la non citata presenza e quindi la presunta assenza di minerali frequenti o comuni altrove, come *cianite*, *staurolite*, *epidoto*, avrebbero potuto realmente far pensare ad una provenienza da rocce cristalline diverse dalle esistenti e quindi da un massiccio scomparso (1). Ma in questo stesso consesso Artini (2) ha tolto valore all'argomento di Traverso e Niccoli. Egli qui segnalò la composizione di due sabbie dell'Adriatico, l'una presa sul lido di Pesaro, l'altra di Grottamare, e ne mostrò l'analogia colle sabbie padane; anzi perciò egli le ritiene provenienti dal Po e trasportate lungo la costa italiana dalla corrente litorale.

Il caso mi condusse a notare un fatto che mi sembra nuovo e che può portare qualche contributo allo studio degli accennati problemi. Nell'ordinare la collezione dei materiali da costruzione del gabinetto di geologia applicata dell'Istituto tecnico superiore di Milano, mi occorre di determinare se una roccia, notata ivi come proveniente da S. Marino (M. Titano), doveva qualificarsi: *arenaria calcarea* o *calcare arenaceo*, per il che mi bastava valutare la quantità relativa di sabbia contenuta nella roccia, dopo averne espulsa la parte calcarea con un acido diluito. L'esame microscopico della sabbia così ottenuta mi rivelò la presenza di minerali di rocce cristalline, che oltre non essere comuni nella regione di cui si tratta, si trovano anche con una associazione non comune altrove e che perciò mi sembrarono meritevoli di essere segnalati.

---

(1) TRAVERSO e NICCOLI, *Sull'esistenza di un massiccio di rocce cristalline*, ecc. Atti Soc. lig. di sc. nat. e geogr., VII, Genova, 1896.

(2) ARTINI, *Intorno alla compos. miner. di due sabbie del lit. adriat.*, Rend. Ist. Lomb., XXIX, Milano, 1896.

Nel dubbio però che il saggio posseduto dal Gabinetto fosse realmente di S. Marino, mi rivolsi per averne uno di più sicura provenienza all'ing. C. Segrè, dirigente il laboratorio di assaggi di materiali da costruzione e di acque, che la Società italiana delle strade ferrate meridionali ha, con tanto vantaggio delle applicazioni della geologia alla ingegneria, impiantato ad Ancona. La Direzione dei lavori di quella Società mi inviò tosto cinque saggi di pietra prelevati in altrettante cave esistenti all'estremo sud-est-sud della città di S. Marino. In seguito l'ing. P. Zezi mi permise di staccare dai duplicati della raccolta di materiali da costruzione del Comitato geologico di Roma qualche scheggia della stessa pietra del M. Titano, che, dai documenti che accompagnano quella raccolta, risulta estratta fino dal 1873 da una cava aperta nell'abitato stesso di S. Marino. Un altro saggio infine mi donò il prof. G. Capellini tolto alla roccia includente i resti della balenottera, che fu scoperta nel 1897, quasi sulla vetta del monte, nella cava donde si estrasse il materiale pel palazzo della Reggenza e che da lui isolata e descritta si ammira ora nel museo di Bologna. Questi saggi, pei quali mi professo grato ai rispettivi donatori, sono tutti di calcare arenaceo e provengono tutti dal versante del M. Titano che dalla cresta degrada verso occidente, dove appunto a mezzodi circa della città sono aperte da tempo e attivamente esercitate numerose cave, che fanno seguito l'una all'altra, in parte entro le sue mura, in parte fuori. Ma più tardi mi recai io stesso a S. Marino ed altri saggi raccolti principalmente dal lato di tramontana tra Borgomaggiore e la città, e dal lato di oriente presso Borgomaggiore stesso, alla base dell'immane dirupo, che prospetta l'Adriatico, dove il calcare non ha struttura arenacea.

L'esame di tutto questo materiale mi diede risultati conformi a quelli avuti col primo saggio che per caso aveva esaminato. Per ciò senza entrare nei dettagli delle singole osservazioni fatte e senza indicare le piccole variazioni, solo quantitative, nella composizione mineralogica riscontrata dall'uno all'altro saggio, mi limito ad esporre i risultati medi ottenuti.

La roccia, che corona il monte Titano e su cui è fondata la simpatica città di S. Marino, è un calcare arenaceo, bianco giallognolo, mediamente duro; trattato con un acido diluito e a freddo lascia delle *sostanze insolubili*, che variano in peso dall'11 al 33 % e dopo molte prove ritenni mediamente del 24.7 %. Queste sostanze insolubili si possono con prudente levigazione dividere in *limo* e *sabbia*, in proporzioni parimenti mutabili dal 14 al 49, mediamente del 32 %, pel limo, e dall'86 al 51, mediamente del 68 %, per la sabbia. Sembra che la proporzione del limo aumenti in ragione inversa della proporzione di sostanze insolubili isolate dalla roccia.

Del limo, che coi metodi fisici della mineralogia non è determinabile, non mi occupai. La sabbia può separarsi ancora con un op-

portuno liquido in due parti, enormemente disuguali, una abbondantissima (in media il 95 %) formata di *minerali leggeri*, con peso specifico minore di 2.94; l'altra assai scarsa (in media il 5 %) formata di *minerali pesanti*, con un peso specifico maggiore. Un cristallo di aragonite mi servì di indicatore per fare la separazione, e il liquido impiegato è quello di Thoulet.

La sabbia leggiera è formata in prevalenza di *quarzo* in granuli colla solita forma angolosa, ciascuno dei quali spetta ad un solo individuo. Insieme ad essi sono frequenti dei granuli di *quarzo aggregato*, cioè formato dalla riunione di più individui. Abbondanti vi sono i felspati, alcuni integri e determinabili rispettivamente per *ortose* (prevalente), *microclino* e *plagioclasio* (fra cui certo l'albite); spesso però alterati per incipiente o progredita caolinizzazione, muscovitizzazione e saussuritizzazione. Presente e con mutabile proporzione, ma per lo più scarso, è il *calcedonio* e per lo più in frammenti angolosi, alcuni dei quali potrebbero riferirsi anche ad una pasta felsitica di rocce effusive: nè v'ha modo di risolvere il dubbio. Infine fra i minerali leggeri si trovano frequenti granuli di *glauconite* non aventi forme distintamente riferibili ad organismi e relativamente scarse laminette di *clorite* e più scarse scaglie di *serpentino*.

Nella sabbia pesante il minerale più copioso fra tutti è il *granato* di solito incolore, talor roseo o giallognolo, in frammenti ed anche in distinti rombododecaedri. Vengono poscia l'*ilmenite* e la *magnetite*, mal distinguibili fra di loro al microscopio (però la prima riconosciuta macroscopicamente, pel contegno magnetico, prevalente sulla seconda); l'*epidoto*, incolore o verdognolo, di rado con termini passanti alla *zoisite*, ed il *zircono* colla consueta forma di prismi bipiramidati o di monconi di prisma. Seguono, con discreta e pressochè pari frequenza, *staurolite*, *cloritoide*, *glaucofane* (quest'ultimo anche colle varietà pallide della *gastaldite*); più scarse *cianite* e *tormalina*; rari *rutilo* e *titanite*. Rarissimi poi fra tutti sono l'*andalusite* e un anfibolo verdognolo debolmente pleocroico, in prismi fibrosi, colle estremità irte di cuspidi, da riferirsi all'*attinoto*, con termini passanti alla *tremolite*, non mai all'*orneblenda*. Questa è sempre assente; così mancano pirosseni ed apatite.

Gli anzidetti minerali, tranne casi spiegabili (1), si separano net-

---

(1) I minerali leggeri, specialmente clorite e serpentino, possono affondare frammischiandosi ai pesanti, se alcuni di questi vi sono inclusi

tamente nel liquido di Thoulet; ma ve ne sono alcuni che indifferentemente possono trovarsi nella sabbia leggiera e nella pesante. Sono le miche che hanno un peso specifico talor minore di 2,94 talor maggiore, ma anche in questo caso per la loro forma non sempre affondano. Nella sabbia isolata dal calcare di S. Marino, come in tutte le sabbie, le miche si presentano con proporzioni molto variabili. La *muscovite* e una sua varietà squamosa riconosciuta per *sericite* (1) sono sempre prevalenti sulla *biotite*.

Infine in entrambe le separazioni abbondano grandemente dei minerali di incerta o impossibile determinazione. Sono talora granuli o scheggie incrostate di sostanze limonitiche o granuli di rocce o di minerali aggregati diversi. Ma per lo più hanno la forma di scaglie o pellicole increspate, grigie, giallognole o verdognole, talor punteggiate di nero, a polarizzazione di aggregato, che probabilmente rappresentano prodotti di alterazione limonitici, glauconitici sericitici o caolinici, compenetrati o no di silice. In questa categoria dei minerali non determinabili ho compreso anche dei granuli che macroscopicamente (color della polvere) si determinano per *limonite*, ma che fanno graduato passaggio ad alcuni dei precedenti e al microscopio mal si possono distinguere da essi (2).

Mediante le pesate fatte nelle diverse manipolazioni e con un procedimento per determinare, con una parziale numerazione diretta, la percentuale dei componenti d'una sabbia (procedimento che da qualche tempo ho adottato e che mi riservo di esporre in altra occasione) ho tentato di rappresentare la composizione *media approssimativa* del calcare arenaceo di S. Marino nella tabella seguente, alle cui cifre non deve attribuirsi che un'importanza relativa, perchè esse dipendono da circostanze variabilissime e la loro valutazione è soggetta a molte cause d'errore (3).

---

od aderenti; mentre anche il caso inverso si verifica, quando dei minerali pesanti sono sostenuti a galla dai leggieri.

(1) Servì a riconoscerla l'essenza d'anice, la cui rifrangenza ( $n = 1.554$ ) si presta appunto a distinguere la sericite da minerali calcedoniosi, felsitici o talcosi ad essa assomiglianti.

(2) Specialmente la sabbia ricavata dalla roccia che era aderente alla balenottera di Capellini è ricca di limonite. Probabilmente vi si è radunata per l'azione della sostanza organica del cetaceo sopra sali di ferro sciolti nell'acqua del mare o più tardi nelle acque circolanti sotterra.

(3) In questa tabella la percentuale numerica dei granuli della sabbia è espressa con cifre a due decimali, non essendo utile nel presente caso di spingerla oltre. Per ciò i minerali notati con una percentuale 0,00 sono quelli che ne avrebbero una minore di 0,005.

**Composizione media approssimativa  
del calcare arenaceo di S. Marino.**

<i>Percentuali in peso:</i>																																																																																											
75.3	CARBONATO DI CALCIO, determinato per differenza.																																																																																										
<i>Percentuali numeriche dei granuli:</i>																																																																																											
	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; border-right: 1px solid black;">Quarzo . . . .</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">48.40</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">73.63</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Quarzo aggregato</td> <td style="text-align: right;">5.10</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Cianite . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.05</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Calcedonio . . .</td> <td style="text-align: right;">1.33</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Epidoto . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.21</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Calcedonio in forme organiche .</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Tormalina . . .</td> <td style="text-align: right;">0.04</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Magnetite e ilmenite . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.25</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Staurolite . . .</td> <td style="text-align: right;">0.08</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Rutilo . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.01</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Muscovite . . .</td> <td style="text-align: right;">0.18</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Ortose . . . .</td> <td style="text-align: right;">13.01</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Sericite . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.16</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">17.7</td> <td style="vertical-align: middle;">SABBIA</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Microclino . . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Biotite . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.08</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Plagioclasio . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Cloritoide . . .</td> <td style="text-align: right;">0.07</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Attinoto . . . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Clorite . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.25</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Glaucofane . . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Serpentino . . .</td> <td style="text-align: right;">0.15</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Granato . . . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Glauconite . . .</td> <td style="text-align: right;">1.09</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Zircone . . . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Titanite . . . .</td> <td style="text-align: right;">0.01</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Andalusite . . .</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Granuli dubbii o indeterminabili, compresa la limonite . .</td> <td style="text-align: right;">24.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-top: 1px solid black; text-align: right;">73.63</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">100.00</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">7.0</td> <td>LIMO.</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">100.0</td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>		Quarzo . . . .	48.40		73.63		Quarzo aggregato	5.10	Cianite . . . .	0.05		Calcedonio . . .	1.33	Epidoto . . . .	0.21		Calcedonio in forme organiche .	0.00	Tormalina . . .	0.04		Magnetite e ilmenite . . . .	0.25	Staurolite . . .	0.08		Rutilo . . . .	0.01	Muscovite . . .	0.18		Ortose . . . .	13.01	Sericite . . . .	0.16	17.7	SABBIA	Microclino . . .	Biotite . . . .	0.08			Plagioclasio . .	Cloritoide . . .	0.07			Attinoto . . . .	Clorite . . . .	0.25			Glaucofane . . .	Serpentino . . .	0.15			Granato . . . .	Glauconite . . .	1.09			Zircone . . . .	Titanite . . . .	0.01			Andalusite . . .	Granuli dubbii o indeterminabili, compresa la limonite . .	24.00					73.63					100.00	7.0	LIMO.				100.0				
	Quarzo . . . .	48.40		73.63																																																																																							
	Quarzo aggregato	5.10	Cianite . . . .	0.05																																																																																							
	Calcedonio . . .	1.33	Epidoto . . . .	0.21																																																																																							
	Calcedonio in forme organiche .	0.00	Tormalina . . .	0.04																																																																																							
	Magnetite e ilmenite . . . .	0.25	Staurolite . . .	0.08																																																																																							
	Rutilo . . . .	0.01	Muscovite . . .	0.18																																																																																							
	Ortose . . . .	13.01	Sericite . . . .	0.16																																																																																							
17.7	SABBIA	Microclino . . .	Biotite . . . .	0.08																																																																																							
		Plagioclasio . .	Cloritoide . . .	0.07																																																																																							
		Attinoto . . . .	Clorite . . . .	0.25																																																																																							
		Glaucofane . . .	Serpentino . . .	0.15																																																																																							
		Granato . . . .	Glauconite . . .	1.09																																																																																							
		Zircone . . . .	Titanite . . . .	0.01																																																																																							
		Andalusite . . .	Granuli dubbii o indeterminabili, compresa la limonite . .	24.00																																																																																							
				73.63																																																																																							
				100.00																																																																																							
7.0	LIMO.																																																																																										
100.0																																																																																											

Quanto precede riguarda il calcare arenaceo che costituisce la parte superiore della formazione del M. Titano. La base della formazione stessa è invece un calcare compatto di apparenza non arenacea. Però anche da esso, collo stesso procedimento, si possono isolare sostanze insolubili, naturalmente in quantità molto minore (dal 2 al 3 %); e queste sono parimenti separabili in limo e sabbia, in proporzioni però alquanto diverse. Il limo è in prevalenza (circa 90 %), la sabbia scarsa (circa 10 %), e nella sabbia riscontrai in

massima gli stessi minerali che sono nel calcare arenaceo superiore ad eccezione di andalusite ed attinoto. Inoltre vi trovai due granuli di apatite fibrosa e uno dubbio di sillimanite. Le proporzioni dei diversi componenti sembrano sensibilmente le stesse, ma per la esigua quantità del materiale isolabile non è dato di esprimerle con cifre.

Questi sono i fatti osservati. Vediamo quali considerazioni possono farsi sopra di essi.

La formazione del M. Titano è una di quelle scogliere mioceniche dell'Italia centrale, che fino dal 1868 vennero segnalate da Capellini e studiate e descritte dal punto di vista paleontologico, tettonico e genetico da Scarabelli, Manzoni, Fuchs, da Capellini stesso e da altri (1). La scogliera probabilmente si radicò su un basso fondo di rocce eoceniche e si sviluppò in estensione ed altezza principalmente per il concorso di un briozoo gigantesco del genere *Cellepora*, che dapprima anzi era stato ritenuto un corallo (2). Per l'azione delle onde si deposero fra gli steli integri delle cellepore i frammenti degli steli stessi, non che individui e frammenti di echinodermi e molluschi. Gli strati che si sedimentarono assunsero dapprima struttura di calcare compatto, poi gradatamente di calcare arenaceo, raggiungendo una potenza considerevole, finchè vennero meno le condizioni batimetriche e biologiche che avevano favorito la loro formazione.

Ora è certo che le onde non solo deposero detriti di calcari organogeni, ma vi trasportarono e vi deposero anche delle torbide, quindi dei detriti non calcarei, dapprima scarsamente, ma con prevalenza di elementi fini, poi più copiosamente e con prevalenza di elementi grossolani. Sono quelli che noi ora possiamo isolare come limo e sabbia.

Da quali rocce, da quali terre emerse provennero quelle torbide?

La mancanza o l'estrema rarezza nella sabbia del calcare sanmarinese di calcedonio in forma di sferule (radiolari) e di cilindri o conuli (spongieri) farebbe escludere una terra formata di rocce

(1) Ometto la citazione bibliografica delle opere consultate sulla geologia di S. Marino. Rimando perciò alla memoria di CAPELLINI (*Balneraria mioc. del M. Titano*, Mem. Acc. sc. Ist. Bologna, IX, 1901) che ne ricorda e ne riassume le più importanti.

(2) *Boll. Com. geol. d'Italia*, VI, p. 126, 1875.

secondarie. Dallo studio inedito di numerose sabbie alluvionali italiane e specialmente lombarde, mi risultò in modo sicuro, che, quando una sabbia proviene totalmente o parzialmente da un bacino secondario, contiene sempre in maggiore o minore copia il calcedonio sotto distinta forma organica; esso deriva probabilmente dai noduli e straterelli di piromaca presenti a diversi livelli dal trias alla creta.

Altri due fatti corroborano l'anzidetta ipotesi. In primo luogo l'assenza di dolomite; poichè, se la calcite non vi si può trovare per il trattamento che necessariamente hanno dovuto subire i saggi esaminati, la dolomite avrebbe dovuto essere parzialmente rispettata se vi fosse stata presente, data la diluizione dell'acido impiegato (1). In secondo luogo la non uniformità delle dimensioni dei granuli, che fa pensare ad una derivazione dalla diretta disgregazione di rocce che li contenevano come minerali autigeni. Le sabbie che invece derivano, dirò di seconda mano, dalla disgregazione di arenarie, i cui elementi hanno già subito una cernita ed un uguagliamento nelle loro dimensioni, sono molto più uniformi.

Ma più che da questi fatti, in parte di carattere negativo, la provenienza della sabbia, di cui si tratta, è palesata dalla natura dei minerali che la compongono. Infatti il quarzo, i felspati e specialmente i felspati acidi che sono in prevalenza, accennano ad una probabile derivazione da rocce granitiche o gneisiche. Ma il quarzo aggregato, la sericite, la staurolite, il cloritoide, il glaucofane, la cianite derivano probabilmente da scisti cristallini non felspatici. La muscovite, la biotite, la clorite e l'epidoto sono comuni alle due categorie di rocce. Così granato, rutilo, zircone, tormalina; questi però hanno poco valore come caratteristica di sabbie, perchè a motivo della loro durezza e inalterabilità si trovano, può dirsi, in tutte, anche in quelle derivate da bacini esclusivamente calcarei. Lo stesso dicasi di magnetite ed ilmenite. Infine, trascurando gli altri minerali meno comuni, anche il calcedonio in frammenti potrebbe parimenti provenire da rocce cristalline; ma nel caso speciale, per la sua mutabile frequenza, credo provenga piuttosto da frammenti di briozoi che in parte sono silicizzati, come fu già rimarcato da Fuchs fino dal 1875.

---

(1) Di solito mi valse di acido cloridrico diluito in volume al 20%; ma per la ricerca della dolomite, spinsi la diluizione fino al 4%, sempre con esito negativo.

Ma le considerazioni che possono farsi non si arrestano qui. Alcuni dei minerali del calcare di S. Marino, nominatamente cloritoide e glaucofane, sono speciali a scisti cristallini che non hanno una larga diffusione. Scisti a cloritoide e scisti a glaucofane si ritrovano con una certa frequenza nelle Alpi occidentali e marittime, e perciò quei minerali non mancano mai alle sabbie dei fiumi piemontesi e quindi in quelle del loro comune recipiente, il Po, e quindi nell'Adriatico, in quanto e fin dove le torbide padane possano dalle correnti e dalle onde essere convogliate o disperse. Ma gli stessi scisti si fanno meno frequenti nelle Alpi centrali, sembrano mancanti o quanto meno sono rari nelle orientali, talchè i corrispondenti minerali non potei trovare che raramente nelle sabbie dei bacini ticinese ed abduano e finora mai in quelle del bacino camuno. Così ad Artini (1) che studiò in dettaglio le sabbie del Chiese, del Sarca, dell'Adige, del Brenta e del Bacchiglione, essi non si presentarono che scarsamente nell'Adige, e il solo cloritoide nel Brenta. È bene notare che si tratta di minerali così facilmente distinguibili, che non possono sfuggire anche ad una ricerca meno sistematica di quella che è stata fatta per gli anzidetti fiumi. Per altro scopo ho studiato la sabbia dell'Isonzo; in essa il cloritoide è rarissimo, il glaucofane manca.

La prima idea che si affaccia per spiegare la presenza di glaucofane e cloritoide nella sabbia del calcare del M. Titano è analoga a quella che fu proposta per spiegare la composizione delle sabbie di Pesaro e Grottamare. Qualunque configurazione avesse in tempi miocenici il mare che oggi è l'Adriatico, è ammesso anche dai sostenitori dell'esistenza d'una terra scomparsa, l'Adria, ch'esso pur protendendo la sua costa orientale maggiormente verso occidente e quindi estendendosi più sotto l'Appennino (attraverso il quale forse comunicava col Tirreno) comunicasse in ogni modo col golfo che occupava l'area dell'attuale valle padana. I detriti che scendevano dalla cerchia delle Alpi occidentali, che si andavano allora formando, affluivano a quel golfo e non è avventato il supporli trasportati da correnti fino alla regione dove erano in attività di sviluppo le scogliere a briozoi.

Ma questa supposizione deve essere tosto rigettata, appena si pensi ad alcuni minerali di rocce cristalline che mancano al cal-

---

(1) ARTINI, *Intorno alla composizione mineralogica di alcune sabbie del Veneto.*, ecc. Padova, 1898.

care di S. Marino. L'assenza dell'orneblenda, e l'estrema rarità dell'attinoto sono specialmente significative; poichè questi anfiboli e l'orneblenda in particolare sono, dopo il quarzo, le miche ed i feldspati, fra i minerali più comuni nelle rocce cristalline delle Alpi. Possono esservi scisti a cloritoide e scisti a glaucofane senza di essi, ma sono rari e in ogni caso sempre subordinati ed intercalati alle anfiboliti ed agli scisti anfibolici. Talchè, se non è da escludersi che qualche sabbia di qualche torrentello alpino a bacino limitato ne sia privo, può però con sicurezza affermarsi che in tutta l'ampia distesa da Venezia a Susa non c'è pugno di terra che non presenti o l'attinoto o l'orneblenda; non si può fare un preparato colle sabbie del Po e de' suoi affluenti piemontesi e lombardi, che non ne mostri alcuni granuli e talora molti. Lo stesso si dica delle sabbie dei fiumi veneti, che non affluiscono al Po, per quanto gli anfiboli ivi si diradino.

Ora io ho esaminato un centinaio di preparati della sabbia isolata dalla roccia del M.-Titanio, i cui saggi si tolsero, come dissi, in diversi tempi, da diverse cave e quindi provengono da diversi punti di quella formazione; e mentre in *nessuno* di quei preparati mi mancò uno dei minerali che sopra ho citato, anche quelli rari, come rutilo, serpentino e titanite, non potei constatare con sicurezza un solo granulo di orneblenda e ciò nemmeno colle separazioni con liquido pesante, che mi condussero ad accertare come rarissimi andalusite ed attinoto.

Naturalmente non potrei asserire che l'orneblenda vi manchi in modo assoluto; ma se col moltiplicarsi delle osservazioni qualche granulo vi si dovesse trovare (ed è probabile trovarne se si avesse a disposizione qualche chilogrammo di sabbia isolata da un blocco di roccia), ciò non infirmerebbe la conclusione che scaturisce dall'ammetterne l'assoluta assenza.

Aggiungasi che la sabbia del calcare sanmarinese si distingue anche per la mancanza o l'estrema rarità di altri minerali che si riscontrano sempre nelle Alpi, benchè in minor copia degli anfiboli e quindi caratterizzano tutte le sabbie alpine. Sono i pirosseni (i rombici specialmente nelle sabbie precedenti dalle Alpi occidentali, i monoclini in quelle delle Alpi centrali) e inoltre sillimanite ed apatite, presenti in tutte.

Non avrebbe fondamento un'obbiezione che si volesse fare supponendo, che tutti gli anzidetti minerali mancanti nel calcare sanmarinese

siano scomparsi per azione meccanica prima di pervenire nell'area di sedimentazione, o siano scomparsi dopo per azione chimica. Sta che nelle sabbie, che hanno percorso lungo cammino nei grandi fiumi o furono in balla dei venti, i minerali facilmente sfaldabili si diradano e gradualmente possono scomparire. Ma anche cloritoide e glaucofane sono minerali facilmente sfaldabili, eppure sono presenti e relativamente frequenti nella sabbia del calcare di S. Marino. Sta pure che pirosseni ed anfiboli sono atti a cloritizzarsi od a serpentinizzarsi. Ma alla clorite ed al serpentino che si rinvencono nella nostra sabbia mancano i caratteri di quella derivazione. La clorite specialmente vi appare legata da graduati passaggi colla biotite, e probabilmente da questa deriva. Inoltre abbiamo visti presenti, anzi copiosi, i felspati, che sono molto più alterabili di anfiboli e pirosseni e che appunto per ciò nel calcare di S. Marino appaiono in parte alterati, ma in parte sono così freschi da prestarsi alla misura degli angoli d'estinzione rispetto alle tracce di sfaldatura o di geminazione.

L'ipotesi della scomparsa sarebbe solo plausibile per l'apatite. Ho notato nelle alluvioni dell'altipiano milanese ch'essa non manca mai nel sottosuolo, ma nel soprassuolo in contatto del terreno vegetale si fa più rara e talora vien meno del tutto.

In sostanza io ritengo che la mancanza nella sabbia del calcare di S. Marino dell'orneblenda e dei pirosseni e la rarezza dell'attinoto non possono avere altra causa che la mancanza o la rarezza di quei minerali nelle rocce del bacino di erosione donde la sabbia stessa è derivata. E per questi fatti posso concludere " che le torbide che nel mare miocenico si frammischiaronò al calcare di S. Marino e lo resero arenaceo, non provengono dalla regione delle Alpi „.

Ma questa conclusione è la sola ché possa prendersi con qualche sicurezza. Non è assolutamente possibile dire, se quelle torbide provennero poi da altre regioni cristalline emerse (e la più vicina sarebbe quella delle isole tirrene) o da una regione sommersa, o infine, per citare tutti i casi possibili, da un affioramento di rocce cristalline mascherato poscia da posteriori formazioni.

Due altri riflessi è solo consentito di fare. In primo luogo la mancanza nella sabbia esaminata di alcuni fra i minerali abituali alle rocce cristalline può significare la non grande estensione del bacino di erosione che l'ha fornita. In secondo luogo le proporzioni, cui sopra ho accennato, delle sostanze isolate rispettivamente dal calcare compatto inferiore di S. Marino e dal calcare arenaceo superiore, scarse nel primo con prevalenza di limo, abbondanti nel secondo con prevalenza di sabbia, si prestano a due interpreta-

zioni; e cioè durante la formazione delle scogliere o i punti donde in mare sboccano le torbide gradatamente si avvicinarono all'area di sedimentazione, o l'agente che le trasportava e le disperdeva crebbe gradatamente in potenza. Entrambe le interpretazioni depongono per una relativa vicinanza degli sbocchi stessi.

Tutti questi fatti potrebbero schierarsi, insieme agli altri noti argomenti, in favore di un'Adria scomparsa. Ma è manifesto che il problema sulla via intrapresa richiede nuovi studi, e cioè le osservazioni mineralogiche che ho fatto per la formazione del monte Titano dovrebbero estendersi alle altre formazioni coeve e geneticamente analoghe che si incontrano numerose nella valle del Marecchia, come Verrucchio, Uffogliano, Scorticata, S. Leo, Pennabilli, per citare solo quelle su cui sorge un abitato, o in altre valli dello stesso versante adriatico, come la Pietra Bismantova o nel versante tirreno come la Verna; infine, in quanto è possibile, alle formazioni più antiche e più recenti delle stesse o delle contigue regioni, comprese quelle ad oriente dell'Adriatico nell'Istria e nella Dalmazia.

A me manca ora l'opportunità di intraprendere questo studio; però avendo informato il prof. Capellini dei risultati finora ottenuti, egli cortesemente mise a mia disposizione alcuni saggi che in altri tempi raccolse fra le formazioni citate. L'esame che ho fatto di essi non è esauriente, perchè limitato a poche schegge o quindi a pochi preparati per ciascun saggio; non potei procedere alla separazione per peso specifico, ne è quindi il caso di parlare di proporzioni di componenti. Però i fatti osservati non sono privi di interesse.

I calcari a struttura arenacea di Verrucchio, Uffogliano e Pennabilli contengono la stessa sabbia e questa in massima gli stessi minerali riscontrati a S. Marino. I più caratteristici fra essi, staurolite, cianite, cloritoide, glaucofane, serpentino non vi mancano mai; mentre mancano l'orneblenda e i pirosseni. I calcari a struttura compatta delle stesse località diedero il medesimo risultato ottenuto per l'analogo calcare basolare di S. Marino.

La sabbia isolata dal calcare della Pietra Bismantova a prima vista sembra alquanto diversa, perchè è più inquinata di sostanze ocracee, meno ricca di minerali pesanti e perchè contiene abbondantemente dei bastoncini dritti o curvi, talora nodosi, talor aderenti gli uni agli altri, manifestamente riproducenti forme organiche

e costituiti da limonite o da limo finissimo cementato da limonite; in parte da glauconite, questa anche in granuli tondeggianti aventi l'aspetto di riempimento di foraminiferi. Ma a parte questi componenti che nel calcare di S. Marino non si presentano coi caratteri anzidetti, gli altri componenti, in quanto sono determinabili, corrispondono perfettamente alla serie trovata nella sabbia sanmarinese cogli stessi caratteristici minerali di scisti cristallini e la stessa caratteristica assenza dell'orneblenda e dei pirosseni.

Ugual cosa deve dirsi della sabbia isolabile dal calcare arenaceo della Verna, di cui esaminai parecchi saggi, uno fra gli altri tolto alla sommità del monte Penna. Anzi la sua composizione mineralogica assomiglia di più a quella di S. Marino che non la Pietra Bismantova. Una sola differenza importante vi si riscontra; è la grande abbondanza del serpentino che nel monte Titano e nelle altre formazioni del Marecchia è invece relativamente scarso.

Ed è rimarchevole questa corrispondenza qualitativa mineralogica fra le sabbie isolabili dai due calcari arenacei di S. Marino e della Verna, due formazioni ora separate dall'Appennino, che il profano aveva già assimilato l'una all'altra per la comune singolare forma orografica e il paleontologo aveva giudicate contemporanee. Ma questa corrispondenza complica il problema della provenienza delle torbide, che le onde mioceniche agitavano nell'arcipelago delle scogliere a briozoi e fa pensare se invece che ad oriente nell'Adria il bacino di erosione che le ha fornite non deve essere ricercato ad occidente nella Tirrenide.

Ma enunciando il dubbio, null'altro posso aggiungere ora nemmeno per tentare di risolverlo. Solo mi è parso opportuno di accertare, che la composizione mineralogica delle sabbie isolabili da calcari terziari può talora giovare a caratterizzarli. E a quest'uopo ho fatto collo stesso metodo un esame molto sommario di diversi calcari terziari italiani, prendendo i saggi in parte da mie antiche raccolte, in parte dal gabinetto di materiali dell'Istituto tecnico superiore di Milano. I minerali trovati nella parte insolubile di essi mi sia permesso di qui indicare in via di digressione; essi sono disposti in ordine alla loro frequenza e stampati in *corsivo* i più caratteristici o per copia o per qualche particolarità mineralogica o perchè meno comuni, o messi naturalmente quelli che mi si presentarono dubbi.

1. *Calcari teneri eocenici del Veneto:*

VALDESOLE (Arcugnano—Vicenza): quarzo; quarzo aggregato; *magnetite e ilmenite* per lo più in cristalli; calcedonio (piromaca); *opale*; ortose; *zircono* in cristalli a spigoli perfetti; clorite.

CASTELROTTO (Nogarine—Verona): *magnetite e ilmenite* come sopra; quarzo; *opale*; granato; calcedonio; *zircono* come sopra; epidoto; orneblenda; ortose; rutilo; clorite; biotite; muscovite; apatite.

2. *Calcari semiduri o compatti eocenici della Lombardia orientale:*

MANERBA (Brescia). Calcere bianco: quarzo; calcedonio, limonite e glauconite in forme organiche; zircono; magnetite e ilmenite; ortose; granato; muscovite; plagioclasio; rutilo; biotite.

MANERBA (Brescia). Calcere brizzolato: quarzo; glauconite e calcedonio in grossi granuli e frammenti e forme organiche; plagioclasio; epidoto; biotite.

MONIGA (Brescia) Calcere giallognolo: quarzo; calcedonio in frammenti e in forme di radiolari e spicule di spongiari; quarzo aggregato; plagioclasio; magnetite e ilmenite; granato; zircono; rutilo; dolomite; ortose; tormalina; muscovite; epidoto.

3. *Calcari compatti eocenici della Lombardia occidentale:*

TERNATE (Como): quarzo; calcedonio in frammenti e forme organiche; magnetite e ilmenite; granato; tormalina; staurolite; muscovite; glauconite; sferule opache o parzialmente trasparenti, in questo caso isotrope, non magnetiche; zircono; rutilo; ortose; epidoto; clorite; microclino; titanite.

ONEDA (Sesto Calende — Milano): calcedonio come sopra; quarzo; granato; muscovite; clorite; limonite; glauconite; ortose; plagioclasio; zircono; epidoto; tormalina; staurolite.

4. *Calcere roseo miocenico della Liguria occidentale:*

FINALBORGO: quarzo; sericite fibrosa; epidoto; quarzo aggregato; glaucofane; muscovite; clorite; felspati; attinoto e tremolite; biotite; cloritoide; magnetite e ilmenite; granato; zircono; zoisite; tormalina; rutilo; pirite limonizzata.

5. *Calcere semiduro (d.<sup>o</sup> pietra caciolfia) dell'Umbria:*

FOLIGNO (Perugia): aggregati elastici di quarzo con cemento siliceo probabilmente calcedonioso; quarzo; calcedonio e piromaca anche in forme derivate da organismi, di cui alcune tubulari; glauconite; ortose; granato; zircono; muscovite; ilmenite e magnetite; plagioclasio; microclino; orneblenda; clorite.

6. *Calcari tufacei pliocenici (d.<sup>1</sup> macco) del Lazio:*

PALO (Roma): quarzo; quarzo aggregato; glauconite da foraminiferi; ortose (*sanidino*); microclino; muscovite; calcedonio; granato; plagioclasio; zircono; sericite; biotite; glaucofane; tormalina; cianite; epidoto; clorite.

PORTO D'ANZIO (Roma): quarzo; quarzo aggregato; ortose; glauconite; magnetite e ilmenite; microclino; plagioclasio; granato; epidoto;

*calcedonio*; da radiolari e spongiari; *piromaca*; zirconio; *staurolite*; *biotite*; *sericite*; *muscovite*; *tormalina*; *cloritoide*; *orneblenda verde oliva*; *clorite*; *rutilo*; *cianite*.

7. *Calcari bituminosi dell'Abruzzo citeriore*:

BOLOGNANO (Chieti): pochi *granuli* incrostati di bitume, fra cui distinguibile il solo *quarzo*.

LETTOMANOPELLO (Chieti): *granuli* limonitici e bituminosi, anche in forma di foraminiferi; *quarzo*; *ortose*.

8. *Calcari tufacei (d.<sup>1</sup> tufi) pliocenici e pleistocenici di Capitanata e Terra di Bari*:

TREMITI (Foggia): *quarzo*; *quarzo aggregato*; *magnetite* ed *ilmenite*; *granato*; *augite*; *ortose*; *sanidino*; *microclino*; *plagioclasio*; *epidoto*; *muscovite*; *piromaca*; *sericite*; *rutilo*; *cianite*; *staurolite*; *cloritoide*.

BARLETTA (Bari). Tufo zuppigno: *quarzo*; *orneblenda verde oliva*; *glauconite* con forme organiche; *ortose*; *biotite*; *magnetite* in ottaedri; *pleonasto*; *calcedonio*; *microclino*; *granato*; *zirconio*; *augite*; *orneblenda basaltica*; *glaucofane*; *staurolite*; *muscovite*.

BISCEGLIE (Bari): *quarzo*; *glauconite* in forme varie organiche; *quarzo secondario* (con inclusioni allineate secondo l'accrescimento); *ortose*; *sanidino*; *plagioclasio*; *orneblenda verde oliva*; *zirconio*; *microclino*; *granato*; *orneblenda verde*; *epidoto*; *staurolite*.

BARI DELLE PUGLIE. Tufo zuppigno: *quarzo*, in parte *secondario* (vedi Bisceglie); *magnetite* e *ilmenite*; *ortose*; *granato*; *staurolite*; *augite*.

BARI DELLE PUGLIE. Tufo carparo: *quarzo*; *ortose* e *sanidino*; *plagioclasio*; *quarzo aggregato*; *piromaca*; *augite*; *olivina*; *granato* almandino e *melanite*; *calcedonio* da radiolari; *tormalina*; *zirconio*; *orneblenda basaltica*; *staurolite*; *cianite*; *biotite*.

9. *Calcari semiduro miocenico della Calabria citra*:

MENDICINE (Cosenza): *quarzo*; *granato*; *muscovite*; *biotite*; *quarzo aggregato*; *ortose*; *microclino*; *plagioclasio* (albite); *calcedonio*; *zirconio*; *epidoto*; *tormalina*; *sericite*; *clorite*; *rutilo*; *augite*; *andalusite*; *staurolite*; *apatite*; *attinoto*.

10. *Calcari teneri miocenici della Terra d'Otranto (pietra leccese) e delle isole*:

LECCE: *glauconite* in forma di foraminiferi; *quarzo*; *magnetite* e *ilmenite*; *zirconio*.

CURSI (Lecce): *glauconite* in forma di foraminiferi; *quarzo*; *magnetite* e *ilmenite*; *zirconio*; *ortose*; *plagioclasio*; *calcedonio*.

SIRACUSA: *quarzo*; *ortose*; *glauconite* anche in forme organiche; *zirconio*; *tormalina*; *magnetite* e *ilmenite*; *rutilo*; *granato*; *muscovite*; *sferule opache*; *calcedonio*; *microclino*; *epidoto*; *plagioclasio*; *cianite*; *staurolite*.

MALTA: *quarzo* in parte arrotondato e con dimensioni piccole ed uniformi; *glauconite* in forme organiche; *zirconio*; *tormalina*; *magnetite* e *ilmenite*; *rutilo*; *ortose*; *granato*; *muscovite*; *microclino*; *cianite*; *sericite*; *calcedonio* da radiolari; *orneblenda*; *staurolite*; *spinello*.

Mi arresto cogli esempi, chè altri ne potrei addurre. Ripeto, si tratta di un esame sommario quindi rapido e la rapidità può nuocere alla esattezza e inoltre si tratta di saggi per alcuni dei quali la provenienza precisa non è rigorosamente accertata.

Però gli esempi addotti mostrano anzitutto che i granuli di minerali isolabili dai calcari terziarii hanno origine diversa. Alcuni trasportati da onde o correnti pervennero nelle aree di sedimentazione da torbide di lontane foci di fiumi o da lontane spiagge in erosione. Alcuni vi giunsero invece per via aerea, sollevati dai venti da ignote terre. E i minerali che hanno queste due provenienze sono per lo più quarzo, felspati ed altri ossidi o silicati, componenti essenziali ed accessori di rocce. Altri parimenti subirono un trasporto eolico, ma per la loro natura sono probabilmente da riferirsi a ceneri di eruzioni vulcaniche, come augite, sanidino, melanite. Altri si formarono in seno ai calcari stessi pel concorso di organismi, di cui spesso riproducono la forma od il modello e sono principalmente calcedonio, opale, limonite, glauconite. Nè infine è da escludersi per alcuni una provenienza cosmica.

Gli esempi addotti mostrano inoltre che nella maggioranza dei casi una certa analogia esiste nella composizione mineralogica dei granuli isolabili da calcari, quando si tratti di formazioni contemporanee e contigue, deposte quindi nelle stesse condizioni fisiche; vi è invece una marcata differenza nei casi contrari; che, fra tutti i calcari esaminati in cui sono rappresentati diversi livelli del terziario, nessuno mostra l'insieme dei minerali riscontrati in quelli di S. Marino e formazioni coeve (1); che infine il metodo seguito, quando si compia sistematicamente con materiale abbondante ed osservazioni numerose, sembra possa fornire qualche dato utile, sia per palesare le condizioni del bacino in cui si deposero quei calcari, sia per stabilirne o meno la contemporaneità in sussidio ai più sicuri dati paleontologici (2).

---

(1) Fra tutti vi si approssima di più il calcare di Finalborgo, benchè finora non vi abbia trovata la staurolite. È singolare che questo silicato è invece copioso nella molassa parimenti miocenica di Celle ligure sulla stessa Riviera di ponente.

(2) Non potrebbe darsi, per esempio, che la copia di minerali vulcanici (augite, sanidino, melanite) riscontrata in alcuni tuffi pugliesi e la scarsezza o la mancanza degli stessi minerali in altri, abbiano un significato cronologico in relazione all'erompere del Vulture?

Dopo questa digressione torno alle sabbie dell' Adriatico, donde presi le mosse, ed al problema della loro origine. Con l'accertata presenza di tanti minerali di rocce cristalline nei calcari miocenici del versante orientale dell'Appennino (oltre quelli esistenti in conglomerati, arenarie ed argille, che già sono noti o potei riconoscere, ma qui non è il caso di indicare) è manifesto che una parte almeno dei minerali che compongono quelle sabbie ha una provenienza locale. Ciò era già stato pensato da G. Marinelli in uno degli ultimi suoi geniali lavori (1).

Per valutare l'entità di questa provenienza occorre studiare le sabbie dei fiumi affluenti all'Adriatico. E valga ad esempio quella del fiume Marecchia che raccolsi a monte del ponte romano di Rimini e di cui feci un esame sistematico. I risultati ottenuti, per la connessione che hanno coll'argomento della presente nota, meritano di essere qui citati in dettaglio; essi sono riepilgati nella tabella che vedasi a pagina seguente (2).

Come rilevasi da questa tabella la sabbia del Marecchia è riccamente calcarea, come la maggior parte delle sabbie dei fiumi appennini, è povera di minerali pesanti e contiene quasi tutti i minerali che si trovano nella formazione del monte Titano. E ciò era da prevedersi, poichè nella valle del Marecchia scola il lato settentrionale di quel monte e per mezzo di un affluente di destra, (il torrente detto di S. Marino) tutto il lato occidentale, e inoltre nella valle stessa sono disseminate, su un versante e sull'altro fino al crinale appennino, le altre formazioni della stessa età e natura, che, per quanto ho potuto constatare nei saggi esaminati di Verucchio, Uffogliano e Pennabilli, contengono gli stessi minerali.

---

(1) MARINELLI, *L'accrescimento del delta del Po nel secolo 19°*. Riv. geogr. ital. v, p. 74, Roma, 1898.

(2) Ripetasi qui l'osservazione fatta alla nota 3 della pag. 7

**Composizione media approssimativa  
della sabbia del fiume Marecchia (Rimini).**

<i>Percentuali in peso :</i>		<i>Percentuali numeriche dei granuli :</i>					
81.0	SABBIA	52.5	Granuli di rocce calcaree, granuli e solidi disfaldatura di calcite, gusci di foraminiferi, frammenti di conchiglie, eventualmente altri carbonati; determinati in peso per differenza, previo trattamento con acido diluito e a freddo.	Solfuri di ferro	0.00		70.65
				Quarzo . . .	14.25	Zircone . . .	0.02
				Quarzo aggregato . . .	0.43	Sillimanite . .	0.00
				Calcedonio . .	2.09	Cianite . . .	0.00
				Calcedonio in forme organiche . . .	0.88	Epidoto . . .	0.01
				Opale . . .	0.00	Tormalina . .	0.01
				Magnetite e ilmenite . . .	0.10	Staurolite . .	0.01
				Spinello . . .	0.00	Muscovite . .	0.25
				Rutilo . . .	0.00	Sericite . . .	0.05
				Brookite . . .	0.00	Biotite . . .	0.10
		28.5	Granuli di minerali diversi, non intaccati da acido diluito e a freddo.	Carbonati . .	51.00	Cloritoide . .	0.00
				Ortose . . .	1.10	Clorite . . .	0.15
				Microclino . .	0.26	Serpentino . .	0.12
				Plagioclasio .	0.45	Glauconite . .	0.42
				Pirosseno mon. verde . . .	0.00	Apatite . . .	0.00
				Diallagio . .	0.00	Titanite . . .	0.00
				Tremolite . .	0.00	Baritina e celestite . . .	0.19
				Attinoto . . .	0.00	Granuli dubbii e indeterminabili, compresi limonite, sfere cosmiche (?) e detriti laterizii, ecc. . .	28.00
				Orneblenda .	0.00		
				Glaucofane . .	0.00		
Granato . . .	0.09						
						70.65	99.98
19.0	LIMO, separato per levigazione prima e dopo la decalcificazione.						
100.0							

Ma nella sabbia del Marecchia si riscontrano altri minerali che alla formazione di S. Marino mancano. Oltre il calcedonio in forme organiche, la brookite, lo spinello ed i pirosseni monoclini, noto fra essi principalmente l'ornebleuda, che è minerale comune nelle sabbie dell'Adriatico. Vi è inoltre la baritina e forse la celestite (1), che non ricordo siano state segnalate altrove, almeno in tanta copia, come componenti di sabbie di fiumi ed altri che non giunsi ancora a determinare (2).

(1) Sono frequenti nel Marecchia dei granuli di un minerale incolore, con peso specifico maggiore di 2,94, a forte rifrangenza e mediocre birifrangenza, spesso con sezioni di sfaldatura rombica, dove sono visibili tracce di accrescimento, l'angolo misura 75°-80°, l'estinzione è diagonale, la diagonale corta ha segno positivo ed emerge una bisettrice ottusa. Questi caratteri ottici e cristallografici corrispondono a due solfati, la *baritina* e la *celestite* e la loro distinzione, quando non voglia ricorrersi ad analisi spettroscopiche, può farsi osservando il contegno della linea di Becke col minerale immerso in un liquido che abbia un indice di rifrazione intermedio fra il minimo della baritina ( $\alpha = 1,636$ ) e il massimo delle celestite ( $\gamma = 1,630$ ). Sono grato al prof. Artini che mi diede il mezzo di risolvere il dubbio. Egli ha recentemente acquistato pel museo civico di Milano un rifrattometro che permette la rapidissima determinazione degli indici di rifrazione di liquidi e con esso mi ha preparato un liquido adatto al mio caso ( $n = 1,633$ ) mescolando qualche goccia di olio d'oliva ( $n = 1,467$ ) alla  $\alpha$ -monobromonaftalina ( $n = 1,666$ ). A motivo però della forte dispersione propria dell' $\alpha$ -monobromonaftalina l'osservazione non è decisiva che a luce monocromatica.

Si potè quindi accertare che il solfato rombico della sabbia del Marecchia è baritina, non essendo però da escludersi che la celestite vi si possa anche trovare frammista, certo in proporzioni molto ridotte, poichè la presenza dei due minerali nella regione è nota da tempo (cfr. BROCCHI, *Conch. foss. subapp.*, I, p. 225-226, Milano, 1843). La celestite è associata ai giacimenti di solfo; che se nella valle del Marecchia non ne esistono di coltivati (poichè quello di Perticara e in generale del gruppo di Montefeltro scola nel bacino del Savio, come ne ebbi assicurazione dall'ing. E. Camerana capo dell'Ufficio minerario di Bologna), la valle stessa è però attraversata per un gran tratto dalla formazione gessoso-solfifera, che può contenere la celestite, in ogni caso non così diffusamente da spiegarne l'abbondanza nella sabbia. La provenienza invece della baritina è da ricercarsi nelle argille scagliose che la contengono in forma di noduli e di individui disseminati. In tal caso essa dovrebbe trovarsi in altri fiumi emiliani e difatti la riscontrai finora nei seguenti: Reno, Secchia, Taro, Ceno e Trebbia. Aggiungo che anche la sabbia del litorale fra le foci dell'Uso e del Marecchia contiene la baritina.

(2) Sono granuli in forma di cilindri tozzi ad estremi emisferici, o

Sabbie di altri fiumi appennini affluenti all'Adriatico non ebbi finora occasione di studiare tranne quella del Reno, che veramente poco entrerebbe nella quistione, perchè il più settentrionale di tutti sfocia in mare presso la foce del Po. Non è il caso di esporne qui i risultati, bastando dire che la sabbia del Reno è molto simile a quella del Marecchia, ugualmente povera di minerali pesanti e fra questi si riscontrano parimenti diallagio, attinoto, orneblenda, glaucofane, epidoto, staurolite, cloritoide, serpentino, ecc., oltre i più comuni granato, zircone, tormalina, ecc. Se, come ritengo probabile, anche gli altri fiumi dell'Emilia e delle Marche si presentano nelle stesse condizioni, può sembrare plausibile l'ipotesi che tutti i minerali componenti le sabbie della spiaggia adriatica provengano dal versante appennino.

Ma, quando si pon mente alla ricchezza in minerali pesanti di quelle sabbie ed alla loro varietà, non si tarda a giudicare inadeguata la provenienza locale. Specialmente ciò emerge, se si paragonano le sabbie dell'Adriatico a quelle dell'Jonio e del Tirreno, laddove le condizioni litologiche della retroterra sono analoghe, dove cioè questa è formata di rocce secondarie e terziarie e quindi escluse le spiagge della Calabria e della Riviera ligure di ponente, la cui retroterra è in parte cristallina, ed escluse quelle manifestamente arricchite da minerali di rocce neovulcaniche. Ora sui lidi dell'Jonio e del Tirreno, colle esclusioni succitate, la sabbia contiene bensì minerali pesanti, ma si è ben lungi da quella strabocchevole abbondanza che caratterizza la sabbia adriatica, specialmente se si raccoglie dopo una mareggiata, e che destò già l'attenzione di antichi osservatori (Passeri, Brocchi). Ed oltre l'abbondanza deve tenersi presente la varietà dei minerali stessi. In alcune spiagge del Tirreno in contatto di rocce cristalline (es.: Riviera di ponente) le mareggiate parimenti depongono sabbie ricchissime, ma con prevalenza di pochi minerali, specialmente magnetite ed ilmenite, per cui quelle sabbie diventano affatto nere.

Per spiegare questa abbondanza e varietà di minerali pesanti nelle sabbie dell'Adriatico, non bastano i fiumi locali che attingono i minerali stessi di seconda mano da calcari o da rocce clastiche, che li ebbero scarsamente in tempi antichi per vie ignote da ignote

---

di fusi o di bozzoli allungati; torbidi, pseudo-pleocroici; con colori elevatissimi di polarizzazione. Trattasi certamente di carbonati e probabilmente di specie ferrifere, ancherite o siderite.

terre. Occorre una fonte più copiosa e perenne, una fonte tuttora attiva che derivi gli anzidetti minerali direttamente da un'ampia area di formazioni cristalline. Quella fonte ritengo con Artini sia il Po, quest'area le Alpi.

Non ho competenza nè sufficiente cognizione dei luoghi per discutere l'obbiezione mossa da Marinelli (op. cit.) al trasporto delle dejezioni padane a mezzo di corrente per tanto cammino lungo il litorale emiliano e marchigiano, nè quella di Scarabelli (1) al loro trasporto per mezzo di onde, le quali anzi agirebbero prevalentemente in senso contrario. Nè so rendermi ragione della variabile ricchezza in minerali pesanti che sembra si verifichi da un punto all'altro della spiaggia. Ma poichè l'osservazione è sempre la via migliore per giungere alla verità, credo che un esame di dettaglio delle diverse sabbie dell'Adriatico da Ravenna a Brindisi e il loro paragone con quelle degli altri nostri mari potrà portare un decisivo contributo alla soluzione del problema o quanto meno varrà a far conoscere fin dove l'influenza del Po si estende (2).

In attesa che questo studio da me o da altri si compia, mi credo permesso allo stato delle cose di formulare questa conclusione: " che i minerali di rocce cristalline inclusi nelle formazioni calcaree mioceniche del versante orientale dell'Appennino possono, per la loro associazione discordante dalla litologia delle Alpi, riferirsi ad un massiccio scomparso; che per contro i minerali di rocce cristalline delle sabbie litorali adriatiche, se come credo derivano solo in piccola parte da quelle e da altre locali formazioni, in maggior parte dalle dejezioni padane, non costituiscono per loro stessi una prova diretta dell'esistenza di quel massiccio „

---

(1) SCARABELLI, *Descriz. d. carta geol. del versante settentr. dell'Appennino*, ecc., p. 114, Forlì, 1880.

(2) Uno studio delle sabbie dell'Adriatico venne fatto da RICCIARDI (*Atti Soc. it. di sc. nat.*, xxxiii, Milano, 1890-91). Ma egli fondandosi sull'analisi chimica che per le sabbie ha scarso valore, e su un esame mineralogico incompleto e in parte inesatto, concluse che i materiali del Po si spingono fino ad Otranto, ciò che sembra eccessivo.

---