
Geologia. — *Cenni geologici sul Djebel Aziz in Tunisia.*
Nota del Socio CARLO DE STEFANI.

Il Djebel Aziz è un piccolo monticello della Tunisia, situato a 36 Km. da Tunisi, sulla sinistra dell'Oued Miliane, e rimpetto alla Montagna di Zaghuan, che sta sulla destra, una delle più alte e più note della Tunisia.

I geologi francesi hanno illustrato queste regioni con splendidi lavori: ma per qualche fatto nuovo che vi osservai descriverò brevemente il Djebel Aziz.

Il monticello, alto m. 352, si eleva dolcemente sopra la regione quasi pianeggiante del bacino dell'Oued Miliane alta ivi intorno poco più di 200 m. Come la massima parte degli altri monti di Tunisia doveva costituire in origine una ellissoide o *domo* abbastanza regolare, con lievi pendenze di strati; ma oggi non ne rimane che il lato settentrionale, verosimilmente per effetto di lentissimi denudamenti avvenuti durante un non breve periodo continentale, circostanze pur queste assai comuni nelle elevazioni della regione.

Per conseguenza le rocce si succedono regolarmente sovrapposte, dalle più antiche alle più recenti, man mano che si procede da Sud verso Nord.

La direzione degli strati è da S.-O. a N.-E., con lievissime deviazioni verso Nord, con un massimo di O. 31 S. nell'estremo meridionale del colle,

e di O. 27 S. a est sulla cima più settentrionale. La pendenza è a Nord di 25° a 33°; con scontrimenti assai parziali e qualche grado d'inclinazione maggiore nei contatti fra schisti e calcari.

1. *Calcari giuresi compatti*. — La roccia più antica, che forma la parte meridionale, è un calcare compattissimo ceruleo scuro o nero, ovvero chiaro e ceroidale; di rado alquanto magnesiaco con venette di dolomite la quale sostituisce precipuamente il guscio delle conchiglie. Tutta la roccia è costituita da minutissimi frantumi organici (foraminifere, molluschi, nulliporidae, forse radiolarie) ravvolti da pigmento nero che per la sua grande abbondanza dà il colore alla roccia.

Sono qua e là nocciolotti e lenti di selce nerissima.

Da alcuni geologi francesi pare che questi strati siano stati attribuiti al Lias; ma non vi appartengono certamente.

Negli strati meno alti, p. e. alle cave della Fosforite, vedonsi, quantunque in frammenti, *Nerineae*, *Ptygmatis*, *Itieriae* ed altre univalvi, con sezioni di Brachiopodi, con qualche Crinoide, con frammenti di *Pseudochaetetes*, con radioli d'Echino: non vidi Pentacrini nè *Aulacoceras*. Non vi ha dubbio si tratti di Giura superiore. Negli strati più alti, senza cambiamento di carattere litologico, oltre qualche *Belemnites* cfr. *hastatus* Bl. silicizzato, appaiono in grande abbondanza sezioni di corpi irregolarmente ellissoidali, isolati l'un dall'altro, a ripetuti straterelli concentrici, disposti sovente attorno a conchiglie, a crinoidi o ad altri frammenti organici. Essi campeggiano in color bianco candido e con leggero rilievo sulla roccia nera, ma bene spesso si riterrebbe non penetrassero nella roccia ove non si esaminasse questa in sezioni microscopiche.

L'aspetto di tali corpi sarebbe quello delle così dette *Evinospongiae* o *Riesenoolithen* che si trovano spesso nei calcari triassici e liassici e che forse sono Idrozoi. L'esame microscopico, per quanto gli esemplari sieno mal conservati, palesa regolarità di struttura. Appaiono lamine irregolarmente concentriche, con spazi interlaminari assai più sottili, senza pilastri radiali e con canaletti radiali microscopici, il tutto empito dal pigmento nero proprio della roccia, mentre il tessuto scheletrico è costituito da calcite chiara.

Ho veduto identici fossili, insieme a *Nerineae*, nei calcari del Djebel Oust. I detti caratteri fanno credere trattarsi di Idrozoi vicini alle *Stromactiniae* distinte dal Vinassa nel Trias dei Bakony in Ungheria. Delle *Ellipsactiniae* furono già descritte in Tunisia di Zaghoun e del Rezass o Djebel Ersass, ma desse hanno appariscenti e numerosi pilastri radiali e sarcorhizi. Le *Ellipsactiniae* appartengono al Titoniano o Portlandiano; ma il calcare a Idrozoi e *Nerineae* del Djebel Aziz probabilmente è più antico e scende forse al Calloviano insieme a parte dei calcari compatti scuri di Zaghoun, del Rezass, del Bu Kurnin che sono tuttora attribuiti al Lias. Infatti essi calcari sono coperti sempre dall'Oxfordiano o dallo stesso Titoniano ammo-

nitifero. In tal caso al Djebel Aziz l'Oxfordiano ed il Titoniano inferiore sarebbero rappresentati dalla serie successiva dei calcari marnosi e degli schisti che or ora esamineremo e che stanno fra il calcare compatto ed il piano Berriasiano.

Dal punto di vista litologico osserverò che i calcari scuri giuresi a *Nerineae* della Croazia littorale da Fiume a Novi sono litologicamente assai vicini a questi.

Alla Cava Romana più vicina alle case, oltre a microscopici piritoadri di Limonite pseudomorfa della Pirite, trovai nel calcare minutissimi cristalli allungati, isolati, lunghi 2 a 5, larghi 0,1 a 0,2 mm., limpidi, trasparenti, di color bianco sporco che mi convinsi essere di Quarzo. Infatti sono prismi esagoni sempre assai allungati, bipiramidati, semplici, con esterni segni di geminazione assai rari, esteriormente spesso alquanto scabri e carciati, con le faccie del prisma appena striate senza traccia di piani di sfaldatura, di durezza tale da rigare il vetro, inattaccabili agli acidi. Indici di refrazione e birefrangenza sono quelli del Quarzo. Sono pieni di inclusioni gaseose, talora abbastanza grandi, in cavità globulari, cilindriche od apparentemente esagono con spigoli smussati, con un pulviscolo nero di materia carboniosa, distribuite nel centro dei prismi in serie isolate successive, e talora anche periferiche. Sonvi pure inclusi qua e là minutissimi stracci irregolari di Limonite.

La saldezza e la estensione dei banchi, la grana finissima, la compattezza della roccia, la rendono molto atta ad usi ornamentali, attitudine avvalorata dalla stessa colorazione, sempre scura, ma variata. Il marmo di maggior valore è quello di color nero o ceruleo molto cupo, uniforme, paragonabile al nero del Belgio.

I Romani e forse i Fenici si approfittarono larghissimamente di quel calcare per uso edilizio scavandolo, a forza di scalpello, in massi squadrati per lo più larghi circa un metro ed alti circa 50 cm. col sistema che essi Romani avevano preso dai Greci e forse dal più lontano Oriente e che nello stesso modo vidi praticato nelle Latomie di Siracusa. Il materiale del Djebel Aziz vedesi ovunque adoperato nelle fitte rovine di città e paesi romani che occupano i dintorni. Le tracce degli scavi sono ancora evidentiissime in tutto il monte e ciò si comprende riflettendo che dopo la rovina dell'Impero romano quei paesi erano stati abbandonati: niun altro vi aveva lavorato, e le cave, fino a questi ultimi tempi erano state in molta parte coperte di terra e di frane. Sei grandi cave vi avevano aperte i Romani, vale a dire due nel lato occidentale, quattro in quello orientale, poco sopra le case attuali e poco più di 10 m. l'una sopra l'altra, delle quali la più alta, poco fa riattivata, è la più grande.

Non posso a meno di notare che il così detto *Lapis niger* del Foro Romano, scavato a massi delle dimensioni sopra dette, presenta molte analogie con questo marmo di Tunisi.

Quasi presso la vetta del monte nel lato orientale, circa 10 m. ad O. della Cava grande più alta, con lo stesso sistema fu aperta dai Romani nel vivo sasso un'ampia cisterna per uso dei lavoranti e dell'altra gente del luogo. Ai tempi nostri i signori Florio, con un impianto veramente grandioso, col sistema del filo elicoidale, hanno riaperto alcune di quelle cave, cioè le due più vicine alle case e fra esse la Cava grande che è la superiore, oltre una quarta cava nuova sotto quelle romane presso la casa, la più bassa di tutte.

Alcune antiche fessure nel calcare, parallele o quasi agli strati, sono empite da vene di Calcite bianchissima o cerulea, piena di cubetti microscopici di Pirite alterata in Limonite. Qua e là trovansi filoncelli a ganga di Calcite con Dolomite, con tracce di Pirite, Tetraedrite e Calcopirite, con veli di Malachite e Azzurrite e con vene di Ocre rossa e di Limonite pseudomorfa.

Altri sistemi di fessure che traversano le precedenti, e sono perciò più moderni, probabilmente recentissimi e prodotti a non grandi distanze dalla superficie, sono diretti da S.-E. a N.-O. normalmente alla direzione degli strati, quasi verticali, con leggera pendenza ad E., di rado ad O. Tali fessure sono spesso parallele ma talora pure si anostomizzano e s'incrociano con altre, e non sono sempre continue, ma saltuarie ed intercalate fra loro. Esse sono riempite da Breccia calcarea, da Terra rossa, o da filoncelli di Fosforite.

La Fosforite è concrezionata; con rivestimenti concentrici alti circa 1 mm. o frazioni di mm.; in alcune piccole geodi è mammillare; fibroso raggiata; coi microscopici cristalli radiati normali alle pareti della concrezione e ordinariamente anche a quelle della vena; talora di lucentezza resinosa nella frattura; bianca, ovvero arrossata o ingiallita per l'idrossido di ferro.

Negli strati più superficiali è in frantumi, o terrosa per mescolanza a concrezioni e breccie calcaree, a terra rossa, a frammenti di conchiglie di specie viventi ed a minute ossa di piccoli vertebrati (Roditori, Rettili ecc.). Alle volte, nelle zone più alte, il Fosfato è situato in mezzo ad una borsa o cavità di calcare, cinto da terra rossa e da concrezioni o breccie calcaree e conchigliacee; ma probabilmente ciò deriva da che le acque superficiali fornite di acido carbonico o di altri acidi d'origine organica incontrati nel suolo superficiale, penetrando nelle fessure tra Fosfato e Calcare, hanno corrosivo ed amplificato le cavità a scapito di questo più che di quello, cavità poi man mano riempite da materiali avventizi superficiali.

Presso le pareti delle vene la Fosforite è talora intimamente mescolata al calcare compatto che forma il muro, od alla Calcite depositatasi alla periferia.

Il suo tenore in acido fosforico su materia normale secca, secondo analisi del Laboratorio Maret, Delattre e Maris in Parigi è altissimo. Esso va da 26,35 p. 100, pari a 57,53 di Fosfato di Calcio tribasico, a 36,40, pari

a 79,45 di Fosfato. Secondo le dette analisi contiene 0,85 a 1 p. 100 di Ossido di ferro e 0,04 a 0,35 di Allumina.

Ho fatto analizzare due delle varietà più terrose ed apparentemente più scadenti, ed in una il prof. Trabucco ha trovato p. 100 Anidride fosforica 9,343, equivalente a 20,38 p. 100 di Fosfato tribasico, con Carbonato calcico e tracce di Allumina, Ferro, Silicio e Bario.

In un'altra il dott. Grassini, che pubblicamente ringrazio, trovò Anidride fosforica 16,56 equivalente a 41,62 di Fosfato tribasico, oltre a Carbonato calcico e tracce di Allumina e Ferro.

Secondo un'analisi del prof. Pons, queste Fosforiti non contengono Fluoro ma Cloro; sono perciò Clorofosforiti.

Oltre la Calcite non ho trovato insieme altri minerali.

Le vene sono sovente a poca distanza fra loro ed hanno dimensione media di 1 a 2 cm., passando a 20 cm. e di rado a 60 e più, formando spesso dei rigonfiamenti alternati con strozzature, e delle borse ben serrate nei calcari, in mezzo ai quali esse si assottigliano inferiormente e qualche volta terminano a cuneo.

L'andamento dei filoni è tale da persuadere che il Fosfato si è formato per via idrica e per riempimento dall'alto in basso piuttosto che per iniezione dal basso all'alto, ed è palese inoltre che l'origine di tale giacimento è geologicamente assai recente.

L'origine prettamente idrica è provata anche dalle concrezioni calcaree e dagli altri elementi avventizi che accompagnano il minerale.

È noto che acque contenenti Cloruro sodico, come le acque di piogge in regioni non lontane dal mare, o pur piccole quantità di Acido carbonico, possono disciogliere il Fosfato calcico. Probabilmente, in epoca geologica recente, la copertura delle rocce Eoceniche fosfatifere si estendeva ancora sopra il Djebel Aziz o nelle immediate adiacenze. Da queste rocce, che oggi la denudazione ha fatto completamente sparire, le acque toglievano il fosfato tanto più facilmente che questo è della serie dei fosfati più solubili che non l'Apatite e la Fosforite. Giunte le acque a contatto coi calcari, il Fosfato era di nuovo precipitato con forma minerale, per diminuito potere solvente dell'acqua, conseguente a perdita dell'acido carbonico o ad assimilazione di questo da parte del calcare, con scambio di basi tra fosfato e carbonato.

Acido fosforico si trova in tracce appena apprezzabili nel calcare circostante: nemmeno nella terra rossa e nel brecciamme superficiale si trovano ossa fossili in quantità da produrre fosfati, per la qual cosa la Fosforite non deriva certo da dissoluzioni di calcari o di ossa locali.

Filoni simili di Fosforite concrezionata si trovano, dicesi, non lontani, nei consimili calcari del Djebel Rezass e di Zaghouan. Ad ogni modo il Fosfato del Djebel Aziz, pel suo giacimento e pe' suoi caratteri, non somiglia affatto alle rocce fosfate sedimentarie d'Algeria e di Tunisia, che ap-

partengono all'Eocene ed alla Creta. Somiglia invece alle Fosforiti del Nassau, dell'Estremadura e di Cáceres in Ispagna, e sopra tutto, perfino in particolari secondari, a quelle del S.-O. della Francia, conosciute come Fosfati di Bordeaux. Queste ultime pure si trovano entro tasche e vene secondanti fessure nei calcari del Giura superiore ed hanno un cappello formato da terra rossa con ossa d'animali e conchiglie terrestri. Daubrée, Rey Lescure, Leymerie ne attribuiscono l'origine a sorgenti acidule, e Filhol le ritiene originate dall'alto in basso, precisamente come ho ritenuto io pel Djebel Aziz.

Per la ricerca di queste Fosforiti furono aperte quattro gallerie nell'estremità meridionale del Djebel Aziz e di queste le più meridionali aperte sur un fronte di circa 15 m. si presentano assai fruttifere.

2. *Marne e schisti giuresi superiori.* — Le zone sovrastanti, costituenti la parte settentrionale del Monte sono molto diverse e sono costituite da alternanza di calcari, marne e scisti sempre più o meno ferruginosi.

Inferiormente è qualche strato di un calcare abbastanza compatto, talora screziato, marnoso, siliceo, cenerognolo o grigio chiaro, a volte in globe, sovente a strati sottili, che potrebbe servire per cemento e si connette con calcari arenacei, giallastri, rosso-scuri, cenerognoli, o grigio-scuri con dendriti di Manganite, talvolta molto screpolati. Esso calcare alterna con marne grigio-chiare, scure, rossastre o verdognole, a volte molto argillose e piene di cubetti di Pirite limonitizzata.

Nel calcare compatto ho trovato articoli di crinoidi ed un *Belemnites* cfr. *hastatus* Blainv.; negli strati calcarei più schistosi trovai due specie di *Chondrites*. Presso al contatto col calcare scuro più antico sono, lungo i piani di stratificazione degli schisti e delle marne, vene e filoncelli cupriferi nei quali furono già fatte delle ricerche.

Il minerale è per lo più Carbonato di rame, tanto Malachite, quanto Azzurrite. Esso occupa in microscopici cristalli piccole geodi, ovvero, insieme con Limonite epigenica di Pirite, forma sottilissimi veli interrotti, alti 1 mm. o frazioni di mm., fra uno straterello e l'altro, negli schisti più sottili, dove sono più screpolati e più permeabili, per altezza di pochi cm. Vi si trova insieme qualche raro cristallo di gesso. Il detto Carbonato, con le stesse circostanze fa parte pure di piccoli filoncelli per lo più normali, ovvero fortemente inclinati sugli strati dello schisto. Fra questi filoncelli ve ne sono di Calcite e Siderose, larghi m. 0,05, nel cui mezzo sta della Pirite alterata in Limonite; di Calcite talora fibrosa con le fibre normali alle pareti, e di Quarzo con inclusioni di Pirite di ferro il più spesso limonitizzata, di Calcopirite, di Tetraedrite, e più raramente di Blenda. Galena non ne vidi mai. La Pirite, quasi sempre alterata, trovasi pure diffusa in piccoli cubi isolati negli schisti.

Un certo metamorfismo si vede essere stato prodotto negli schisti originariamente marnosi, perchè questi sono silicizzati e resi quarzosi, privandosi della maggior parte del Carbonato calcico che li costituiva.

Superiormente predominano marne assai scistose e fossili; per lo più internamente grigie, superficialmente giallastre per idrossidazione del ferro che contengono al solito in quantità sotto forma di Limonite pseudomorfa della Pirite.

Nel versante occidentale del colle vi trovai Crinoidi e rare Ammoniti limonitizzate, mal conservate, fra le quali un *Lytoceras* cfr. *quadrisulcatum*.

Nella parte massima del colle settentrionale tornano ad abbondare in mezzo alle marne giallastre strati di calcare molto ferruginoso, giallo-lionato, screpolato. Nel calcare e nella marna più calcarea abbondano Ammoniti, Belemniti, ed altri corpi limonitizzati, però quasi sempre compressi, o rotti, e sempre incompleti e mal conservati. Se ne trovano in quantità, isolati sul suolo, per la esportazione del calcare che li racchiudeva, sulla cresta del colle.

In alcuni frammenti meno mal conservati ho distinto i seguenti generi ravvicinandoli ad alcune specie quasi tutte notate già altrove nel Giura della Tunisia.

Lytoceras cfr. *quadrisulcatum* D'Orb.

Phylloceras cfr. *polyolcum* Ben.

P. cfr. *serum* Opp.

Perisphinctes cfr. *lacertosus* Fontannes.

Hoplites cfr. *Callisto* D'Orb. Meglio conservato delle altre specie, a lobi ben riconoscibili. Non vi ho trovato analogie con specie cretacee già note.

Le prime specie sono proprie del Giura superiore; il genere cui l'ultima specie appartiene comincia a trovarsi solo nella parte più alta dello stesso Giura nel Berriasiano che taluni conservano nel Giura, ma altri già attribuiscono alla Creta inferiore, ed a quel piano appunto attribuisco cotali terreni più alti del Djebel Aziz.

Il *Berriasiano* trovasi rappresentato dalle medesime rocce e da alquanto meglio conservati Cefalopodi piritizzati, in varie altre parti di Tunisia, al Djebel Ruass, al Djebel Ust, al Bu Kurnin ed altrove.

Per conseguenza tutti gli strati del Djebel Aziz appartengono al Giura superiore, cioè i calcari sicuri marmorei al Calloviano o Bathoniano, o forse a piano alquanto più recente, gli strati marnosi, arenacei e schistosi al Berriasiano.

Non lungi dalla cima del colle più settentrionale le solite fessure sono occupate da filoncelli di Pirite, di Limonite epigenica, e di Oligisto che preferibilmente occupa le pareti ma si trova pur qua e là a zone. In un filoncello maggiore largo circa 15 cm. fu fatto un taglio superficiale. Ritengo che, come altrove, la Limonite formi il cappello e che a profondità non grande i filoncelli sieno interamente costituiti da Pirite.

3. *Crosta calcarea*. — Abbondantissime e minute frane ricoprono ogni intorno il colle e, come in tutta la Tunisia, nascondono ordinariamente il

contatto di esso col piano. I frammenti sono tutti calcarei, angolosi, e di piccole dimensioni, rinvolti in argilla rossastra e cementati dal carbonato calcico, spesso accompagnati o racchiusi da un vero e proprio travertino gialliccio di origine prettamente subaerea, formazione tanto estesa in Tunisia. Contiene solo conchiglie terrestri, e tutte viventi nello stesso colle (*Rumina decollata* L., *Buliminus pupa* Brug. var. *tunetana* Reeve, *Leucochroa candidissima* Drap., *L. turcica* Chemn. *Helix Constantinae* Forbes, *H. melanostoma* Drap., *H. pyramidata* Drap.), con qualche resto di piccoli roditori. Solo la *Leucochroa candidissima* che si sa essere propria di regioni secche e deserte del Settentrione dell'Africa e di qualche altra regione meridionale del Mediterraneo mi parve comune nelle masse superiori del brecciamme e mancante in quelle inferiori, ciò che potrebbe accennare ad un recente cambiamento di clima o di regime geografico. Brecciamme calcareo, con concrezioni di Calcite e con terra rossa trovasi, quantunque scarsamente, nelle fessure del calcare compatto. In una breccia nel lato meridionale del colle trovai, oltre a frammenti dei soliti molluschi terrestri, ossa e dentini di roditori e vertebre di piccoli Ofidiani, Questa breccia contiene 0,51 p. 100 di Acido fosforico, pari all' 1,11 p. 100 di Fosfato tribasico.

Tale breccia, per quanto recente. è pur sempre anteriore all'epoca romana, perchè è adiacente ad un filone di Calcite compatta nel marmo Giurese, il quale fu scavato dai Romani col solito sistema proprio a contatto della Breccia.

Sulla copertura o crosta travertinoso, terrestre, propria della Tunisia e, credo, di tutto le regioni calcaree dell'Africa Settentrionale, molto fu discusso.

Certo la produssero le acque superficiali che sciolgono sempre più o meno i calcari coi quali vengono a contatto. Il carbonato calcico disciolto dalle leggere piogge o dall'umidità delle rugiade notturne, viene poi rapidamente abbandonato per la rapida evaporazione e per la siccità del giorno, prima che le acque discioglianti il carbonato si siano accumulate in tale quantità da scendere al piano. Tali fenomeni sono favoriti dalla mancanza di una copertura vegetale.

