

SUL POTERE AGGREGATORE DEL FERRO

E

SULLA FORMAZIONE DEL COSÌ DETTO CARANTO

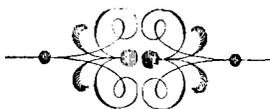
NELL' ADRIATICO BACINO

OSSERVAZIONI CHIMICO-GEOLOGICHE

DEL D.^R GIO. DOMENICO NARDO

MEMBRO EFFETTIVO PENSIONATO DELL' I. R. ISTITUTO VENETO
DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

(Estr. dal Volume VI delle Memorie dell' I. R. Istituto Veneto)



VENEZIA

PRESSO LA SEGRETERIA DELL' ISTITUTO

NEL PALAZZO DUCALE

1855.

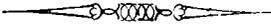
NEL PRIV. STAB. NAZ. DI G. ANTONELLI



OSSERVAZIONI CHIMICO-GEOLOGICHE

SUL POTERE AGGREGATORE DEL FERRO

E SULLA FORMAZIONE DEL COSÌ DETTO **CARANTO** NELL' ADRIATICO BACINO



INTRODUZIONE.

Il letto del mare Adriatico sta in rapporto geologico colle catene dei monti che ne circoscrivono l'intero bacino, ma le gibbosità, gli avvallamenti ed i piani subacquei influiti furono e lo sono attualmente dal concorso dei fiumi e dei torrenti, i quali promovendo trasporti e sedimenti di differente natura, ne modificarono e ne modificano, a seconda anche delle varie correnti marine, l'antica superficie, dando formazione a quelle estensioni di suolo sovrapposto alle rocce antiche, che si legano coi monti del continente.

Tali estensioni di terreno in parte si osservano asciutte, più o meno al di sopra del livello del mare, come il suolo montano, le pianure, il terreno coltivabile, e la spiaggia, ed in parte trovansi più o meno al dissotto di esso livello, e costituiscono le lagune ed il fondo del mare.

Quelle al dissopra del livello del mare, che mostransi sempre maggiori dal lato del bacino, dove fiumi o torrenti confluiscono in maggior numero, sono composte da *strati* di terriccio, argilla, marna, sabbia, ciottoli, od altri sedimenti di vario genere, diversamente distribuiti e sovrapposti a seconda delle tante cause che successivamente possono aver avuta parte nell'alterare la loro posizione primitiva. Quelle sottoposte alle acque del mare costituiscono varie sorta di fondi, i quali per tratti più o meno lunghi e con qualche regolarità di

disposizione presentansi arenosi, arenoso-argillosi, argillo-fangosi, calcarei, e calcarei misti di sabbia e di argilla, e di ammassi conchigliari o di altri corpi marini, e sono di maggior o minor potenza, secondo le situazioni e le distanze dai litorali, ed il numero e potere delle cause influenti alla loro formazione, che, come dicemmo, sono la confluenza de' fiumi e de' torrenti, le correnti sottomarine, ecc.

Non è però che le differenze dei fondi accennati stieno solo nel vario genere delle sostanze che li compongono, poichè osservansi altresì variazioni di coesione nei varj materiali di cui sono formati, e certe croste od ammassi di svariata estensione, che a prima vista si manifestano per un agglomeramento dei materiali medesimi, fattosi più o meno rapidamente in seguito al loro trasporto e sedimento in un punto determinato.

In così fatti agglomeramenti di differente natura, consiste quella roccia di origine contemporanea, detta *Caranto* volgarmente, la quale riscontrasi, oltrechè sotterra nelle venete campagne, in quasi tutti i punti dell' adriatico bacino, a maggiore o minore profondità, scoperta e direttamente bagnata dall' acqua, ovvero coperta da materiali simili o dissimili da quelli che la compongono.

La voce *Caranto*, di cui non trovasi analogo nel glossario barbaro, viene molto a proposito derivata dal prof. Catullo dal verbo *εσχάρειω crustam obduco*, il cui participio è *εσχάρων-δοντος*. Il Patriarchi ed il Boerio, nei loro *Dizionarij* del dialetto veneziano, lo definiscono generalmente come un tufo arenoso. Il Filiasi dice, chiamarsi *Caranto* quegli strati di creta, solida talvolta quanto il macigno, che trovasi scavando ad 8 a 12 piedi di profondità nelle lagune, dopo il fango e la sabbia, e che sono i sostegni delle palafitte su cui s'innalzano i veneti palazzi. Nell' opuscolo del medesimo autore, intitolato *Osservazioni sopra l' alzamento del flusso marittimo nelle lagune venete*, Treviso 1826, p. 31, parlando del fondo della laguna, così si legge: « Credo che debbasi avvertire » rispetto alla laguna, che il suo fondo, secondo le diverse situazioni, dove luteo e fangoso ritrovasi, e dove molle; dove argilloso e cretoso, sabbioso *carantoso* e questo durissimo. Chiamasi qui con tal nome una specie di argilla » talmente compatta che si pena a romperla col piccone. Credo sia la stessa » che anche dentro alle montagne si trova, e che col tempo ivi, secondo il Brocchi, marmorea diventa. Questi strati diversi variano pure sommamente nella » posizione, estensione, grossezza ed altezza, e finanche nella rispettiva superposizione. » — Sembra però non aver avuto il Filiasi su tal roccia e sulle sue

differenze di formazione e natura idee molto precise, quando dà ad essa il nome di creta.

Il dott. Agostino Fapanni, in una sua Memoria *sulla coltivazione dei territorii di Mestre e di Noale* inserita nel Giornale di Agricoltura di Filippo Re, tenendo discorso sulle terre Carantine di quelle contrade, dice, che tali terre sono le più infelici che sianvi, perchè aventi ad una assai tenue profondità degli strati di una materia dura e petrina, chiamata Caranto, traforata qua e là, di color giallognolo, che, fatta in pezzi, offre la forma di ciottoli. Inclina egli a credere tale sostanza il *Tophus Scaber* di Virgilio, locchè sembrami molto probabile.

Lodovico Pasini, in una sua Memoria, *sulla ghiaja ed alcune pudinghe del Vicentino*, pubblicata l'anno 1828 nel Giornale di Padova, accenna aver anch' esso sulle spiagge del mare Adriatico veduto un esempio di rocce che si formano attualmente. Raccolsi, egli scrive, una pietra arenaria zeppa di conchiglie marine allo stato naturale, che si forma qua e là in alcuni punti, e che l'impeto dell' onde distrugge con molta facilità; la quale non è che un agglutramento di arene successo in un sito tranquillo e costituisce uno strato molto sottile. Una tal pietra, come ben può vedersi, è ancor essa una specie di Caranto.

Identica al Caranto dei Veneti è la crosta, di cui fa menzione Donati (1750, *Stor. nat. adr. p. XI*), da lui osservata in quella parte di mare che lambisce l'Istria, le isole di Quarnero, la Dalmazia, ecc. attribuendo ad essa ognor crescente l'innalzamento dell' adriatico fondo. Di una tal crosta parla pure il Grisellini (1780, *Lettere odeporiche, p. 21*) seguendo l'opinione del Donati. Il Brocchi (1814, *Conch. fossile subap.*), dimostrar volendo che alcuni fossili hanno un' origine marina, cita ad esempio le concrezioni dei fondi dell' Adriatico osservate dal Donati, ossia il Caranto. È meraviglia come non si trattenga su di tali concrezioni anche l'Olivi, alle cui diligenti indagini non devono pure esser sfuggite, quando si fece a studiare la storia fisica del mare Adriatico.

Analogo al Caranto sotto più aspetti può considerarsi il *ferretto* dei Lombardi, accennato dal Breislak (1822) nella sua *Descrizione geologica della Provincia di Milano*.

Il prof. Catullo (1838) nella sua *Geognosia delle Venete provincie*, dedicò un apposito articolo al Caranto nostrale, fluviale e marino, facendo conoscere una tal roccia molto meglio degli altri autori; non esaurì però tutto quanto riguarda la storia di essa, e specialmente la sua genesi.

Parendomi, dalle indagini praticate in differenti situazioni dell' adriatico

bacino, poter meglio chiarire con nuovi fatti quanto finora da altri fu scritto, e dimostrare con maggior precisione l'origine, la natura, e le differenze della roccia in discorso, tenterò esporre quanto potei raccogliere sull'argomento e dedurre da osservazioni le più accurate.

Per maggior chiarezza di dire, dividerò il mio discorso ne' seguenti capitoli:

Cap. 1.^o Origine del Caranto.

- » 2.^o Terreni a cui appartiene il Caranto, suo modo di trovarsi nella terra, e varie specie di esso.
- » 3.^o Riassunto, conclusione ed applicazioni.

CAPITOLO I.

Origine del Caranto.

Gli autori venuti a mia cognizione, i quali parlarono del *Caranto* e del *ferretto* dei Lombardi, che, come dissi, sembrano rocce analoghe, convien dire non siensi accorti del vero modo di loro formazione. Essi conobbero bensì essere il Caranto una roccia che può giornalmente prodursi per la trasformazione dell'arena, della ghiaja, ecc., in aggregati solidi; ma per ispiegare tale fenomeno ricorsero alla teoria di un cemento aggregatore, la quale non è applicabile nel caso nostro, perchè non ispiega l'origine, la natura ed il modo di agire di tale principio cementatore in punti determinati di terreno, e non determina le condizioni necessarie perchè ne risultino gli aggregati in discorso. Infatti Breislak (*Descrizione Geologica del Milanese*, p. 33), parlando del ferretto, si limita a dire che accade talvolta che in alcuni luoghi si trovi la sabbia agglutinata da un'argilla carica di ferro, ma che diventa tenero e friabile esposto all'aria, al sole ed all'acqua piovana. Il Bouè, parlando nella sua *Guida del Geologo viaggiatore*, dei depositi marini, dice bensì che in certi punti delle coste la sabbia e la ghiaja si agglutinano, tanto mediante un cemento calcareo, come per delle infiltrazioni ferruginose, talchè produconsi in tal modo gres e pundighe, talvolta conchigliari, come nelle lagune dell'Adriatico ed altrove; ma quando trattasi di spiegare il fenomeno si limita a pensare che delle sorgenti minerali e la temperatura dell'acqua debbano contribuire a tale formazione.

Anche il Lyell, scorrendo nei suoi *Principii di Geologia*, della fossilizza-

zione delle conchiglie a considerevoli profondità, e confrontando il letto dell'Adriatico con quello dei mari britannici, scrive che la ragione per cui non trovansi in questi ultimi agglomeramenti solidi di origine recente come nel primo, è dovuta alla mancanza nelle isole Britanniche di quelle sorgenti calcaree e minerali che tanto abbondano nel Mediterraneo e nelle terre vicine. (*Principes de Géologie par Ch. Lyell, P. II. Paris 1845, p. 509, 512.*)

Il prof. Catullo, che fu il primo a parlarne distesamente, definisce il Caranto una specie di conglomerati composti di grani di sabbia, uniti insieme da un cemento argillo-ferruginoso, i quali non hanno mai che una lieve adesione colla roccia molle che li circonda; scrive, esser seguita la genesi di esso mediante le acque di cui sono imbevute le argille palustri a cui ordinariamente è sottoposto, in contatto colle sabbie, le quali infiltrandosi attraverso le medesime, si impadronirono dei materiali del cemento e li portarono sopra le sabbie, formando così l'impasto grossolano detto *Caranto*, il quale contiene sovente oggetti lavorati dall'uomo, come chiodi ed altri strumenti di ferro. In altro luogo (pag. 96), parlando dei cumuli sabbiosi del veneto estuario, in cui trovansi sparsi depositi di Caranto, facendone confronto col Caranto fluviale, indica le due rocce essersi generate sotto l'influenza di una medesima causa, cioè mediante il glutine pietroso portatovi sopra dall'acqua piovana che s'infiltra a traverso la massa incoerente de' cumuli sabbiosi terrestri. Discorrendo finalmente del Caranto sottomarino, così si esprime: « Quanto poi al mezzo che serve ad » unire insieme i materiali del Caranto e che forma con essi una pietra di » aspetto arenaceo, possiamo dire che delle parti più leggere e più fine, che l'acqua separa in progresso, sieno quelle che legando fra loro i grani, facciano le » veci di cemento. Di fatti, il glutine, di cui sono impastati gli elementi del Caranto, sembra esser composto di un'argilla calcarifera, più o meno ferruginosa, la quale resa pingue dalle sostanze organiche decomposte, costituisce » eziandio quella materia puzzolenta e limacciosa che rinviensi nei rivi di Venezia, e che Olivi distingue col nome di fango marino. »

Volli esporre quanto scrissero i chiari autori suaccennati sulla genesi del Caranto, non per diminuire il loro merito, nè per confutarli, ma solo per mostrare non esser essi pervenuti ad osservare alcuni fatti importantissimi che io ebbi motivo di considerare ripetutamente, sull'appoggio de' quali parmi ora poter dedurre più positive conclusioni sulla genesi della roccia in discorso.

Esaminando attentamente varie specie di Caranto fluviale e marino, tratto

dalle venete campagne, dal fondo delle lagune e dal mare in punti diversi, ebbi ad accorgermi non senza sorpresa, che nei Caranti di attuale formazione, il principio cementatore partivasi sempre da un nucleo, dal quale diffondevasi gradatamente accrescendo l' ammasso, e che un tal nucleo era un pezzo di ferro, un chiodo od altro lavoro di questo metallo, il quale passava per gradi allo stato d' idrato ferrico. Credeva anch' io da principio, come mostrò di credere il prof. Catullo, che in tali aggregati la presenza di chiodi o di altro arnese di ferro, fosse puramente avventizia, ma dovetti convincermi esser stata invece la vera causa di essi. Oltre ai tanti fatti cadutimi sottocchio di pezzi di ferro rimasti lungamente nel profondo del mare, i quali si estrassero rivestiti di una pudinga od altro aggregato di natura relativa ai materiali costituenti il fondo su cui poggiavano, potrei citarne non pochi che si presentarono all' altrui osservazione.

Il sig. dott. Paoli di Pesaro, nella prima edizione della sua opera *Sul moto molecolare de' solidi* (pag. 165), scrive, che « nel giugno 1823 fu » pescata nel mare Adriatico una piccola àncora, la quale era interamente ricolta da una pudinga e da alcune poche conchiglie del genere *Ostrea*, e che » la forza con che gli elementi della pudinga stessa aderivano fra loro era tale, » che tentandosi da chi ne venne primieramente in possesso di ritrarre il ferro, » si giunse con fatica a forti colpi di martello a separare alcuni de' ciottoli, e » scuoprire in un punto l' àncora cui essi erano aderenti. » La pudinga in discorso è forza convenire altro non essere che una formazione di Caranto promossa dal ferro costituente l' àncora in attualità d' idrossidazione. L' estrazione dal mare di àncore circondate da involucro carantoso, più o meno denso od esteso, è frequente avvenimento fra noi, e non ha guari venne pescata nel fondo del mare della Manica la famosa àncora del peso di libb. 3000, che si vuole perduta dagli Inglesi nell'assedio di Havre, nel 1545. Essa, oltrechè tutta corrosa dalla ruggine, mostrasi circondata da un involucro di sabbia e di conchiglie molto denso formatosi nel modo anzidetto. Cito un tal fatto, di cui fecero anche cenno le nostre Gazzette, perchè osservato in un mare diverso dal nostro.

Leggesi pure nel *Journ. des Mines*, T. IX, N.º 57, essersi estratti dal mare stesso un temperino a due lame con manico di corno, coperto di una pudinga e di un ammasso di sabbia quarzosa conglutinata da un cemento ferruginoso, nonchè un pezzo di anello di ferro intonacato della stessa sostanza, e molti impronti di palle da cannone, di vario calibro, in forma di calotte più o meno grosse. Duhamel il figlio, possessore di tali oggetti, regalatigli dalla Municipalità

di Cherbury, mostrasi anch'egli di parere, doversi al ferro ossidato la formazione di tal impasto; non dà però spiegazione del fenomeno. Il grosso chiodo involupato di Caranto, esistente nel Museo di Padova, non è altrimenti, come pensa il chiar. Prof. Catullo, accidentale in quell' ammasso carantoso, ma fu egli medesimo, col suo ossidarsi, che promosse nel fondo del mare l' agglomerato, di cui si vede vestito. Anche gli altri chiodi ostensibili nell'I. R. Gabinetto di Padova, tratti dal caranto che si trova nelle argille euganee, già convertiti in ferro idrossidato, devono considerarsi come accidentali fattori delle rocce da cui si estrassero.

Un fatto molto cospicuo, e d' incontrovertibile appoggio al mio assunto, è quello osservato l' anno 1823, nell' occasione dello sgombrò dal canale di Malamocco, dei materiali di un bastimento naufragato nove anni addietro sul banco della Rocchetta, nell' interno di quel porto. Questi materiali consistenti in ferro, legno e zavorra penetrati dalla sabbia e dall'acqua, si trovarono ridotti, mediante l' idrossidazione del ferro, in ammassi così solidi ferruginoso-sabbiosi, da dar persino scintilla coll'acciarino. Vedesi in taluno di tali ammassi l' impressione del legno, al cui contatto trovavasi la sabbia cementandosi, nonchè l' arnese di ferro che idrossidandosi ne promosse l' aggregazione. La conoscenza di un tal fatto, ed il possesso di alcuni saggi di tal genere, che vi metto sotto occhio, per me devonsi alla cortesia del nostro collega ingegnere Casoni. Pescando nel fondo dell'Adriatico, e talora anche nell' interno de' nostri canali si estraggono, dalle acque certi arnioni di varia grossezza, talora digitati, di forma irregolare, di color plumbeo, rappresentanti una pietra di grana fina, argillo-ferruginosa, a cui non di rado aderiscono corpi marini, talvolta bucherati da animali perforatori, i quali crederebbonsi rimasugli ruotolati prodotti dal disfacimento di pietre maggiori; rompendo però tali pietre, rinviensi nel loro centro od un chiodo od altro pezzo di ferro idrossidato, ovvero, se riuscì completa l' idrossidazione, presentansi vuoti, ed il vuoto mostra la forma del chiodo che l' occupava.

Lasciando delle limature di ferro commiste a sabbia od a ghiaja e mantenendovi costante acquosa umettazione, non tardasi ad ottenere agglomeramenti della stessa natura del caranto.

Ella è d'altronde cosa notoria, che gli ossidi di ferro bruni si condensano colle terre stemperati nell' acqua, e che un tale miscuglio prende molta durezza col tempo. Si osservò pure da molti anni, benchè non siasi data spiegazione del fenomeno, che i cementi in cui entra dell' ossido di ferro sono ben più solidi e

durevoli di quelli in cui non si trova. Per tal cagione così bene riescono le pozzolane nelle costruzioni sott' acqua; in tal caso il ferro che contengono passa allo stato d' idrato ferrico, ed acquista il potere cementatore. In generale poi si osserva, che il mezzo più forte adoperato dalla natura per unire insieme i ciottoli e le ghiaje che costituiscono i conglomerati posdiluviani, è il ferro idrossidato (1).

Ora applicar volendo tali fatti alla formazione degli ammassi di Caranto che rinvengonsi in varii punti dell' adriatico bacino, è facile riconoscerne l' origine nell' accidentale esistenza, in uno o più luoghi d' un terreno, di pezzi di ferro o di altre sostanze ferruginose, dall'acqua decomponibili, poste in circostanze tali da poter convertirsi in idrato ferrico, e cessar quindi il bisogno di ricorrere alla vaga teoria di altri mezzi cementatori, che d' altra parte si presta meno facilmente alla spiegazione di altri fenomeni geologici. Ammesso in fatti l'esposto principio, tornerebbe frustranea l' opinione di que' naturalisti i quali, spiegar non potendo l' esistenza degli ammassi carantosi fra le sabbie e le argille dei terreni dello Stato veneto, pensassero esser stati colà trascinati dalle correnti di mare prima che si formasse l' argilla, ovvero di chi volesse considerare il Caranto come prodotto di quelle chimiche azioni che cooperarono alla formazione del terreno lisiano.

Le circostanze necessarie perchè un pezzo di ferro possa in un terreno promuovere agglomeramenti sono la presenza di acqua e di materiali che diano ad essa facile passaggio, come le sabbie, le ghiaje, ed il frantume di corpi marini. Senza di ciò l' idrossidazione del ferro si fa molto lenta, o non è di tal grado da goder forza cementativa. Infatti, i pezzi di ferro sepolti in un terreno asciutto, il quale dà difficilmente passaggio all' acqua, s' idrossidano con lentezza e non mostrano quasi niun incrostamento, o sono questi incrostamenti assai sot-

(1) Estraggoni talvolta dal fondo del mare àncore od altri arnesi di ferro, i quali, benchè rimasti lungo tempo sott' acqua, si mostrano soltanto più o meno idrossidati alla loro superficie ed incrostati appena in qualche parte dai materiali terrosi. Ciò può spiegarsi facilmente considerando che non in tutti i siti del mare v'ha quella quiete necessaria perchè si effettui l'aggregazione; che le correnti impediscono affatto l'accumulamento di materiali aggregabili, in causa della loro forza locomotrice; che se l' arnese di ferro cade in situazione ove il fondo sia calcare compatto, non possono colà aver luogo cementazioni per mancanza di materiali. Berzelius arreca un esempio di cannoni di ferro, nei quali, estratti dal mare dopo 50 anni, si trovò un terzo della loro grossezza convertito durante quel tempo in carburo, che esposto all'aria, dopo un quarto d' ora divenne tanto caldo ch' era impossibile toccarlo. Fenomeni analoghi si osservarono estraendo dal fango della laguna, le palle gettate all' epoca del bombardamento, benchè rimaste sepolte per un tratto di tempo ben minore.

tili, come si osserva sovente negli arnesi antichi di ferro, che si discoprono sotto le rovine e fra il terriccio vegetabile. Vedasi da ciò quanto le lagune ed il fondo del mare riescano propizii per una tale formazione, e come parimente esser lo debbono i letti de' fiumi e de' torrenti.

Dalle osservazioni istituite, onde meglio chiarire il processo dell'operazione aggregativa conseguente all'idrossidazione del ferro a contatto dei materiali costituenti qualche terreno, potei dedurre che posto un pezzo di questo metallo nell'acqua fra la sabbia e la ghiaja, forma esso un centro elettro-chimico (1), il quale promuove la decomposizione dell'acqua che trovasi al contatto delle particelle metalliche, sicchè avviene la loro conversione in idrato ferrico.

Le particelle poi di un tale prodotto, separandosi, vengono dalle correnti galvaniche portate attraverso gl'interstizj dei corpi circostanti, lungi dal sito in cui si formarono, e così succede l'idrossidazione delle parti sottoposte, le quali distaccandosi anch'esse successivamente, vengono, per opera delle medesime correnti e de' particolari processi elettro-chimici che ne conseguono, poste unitamente alle prime a contatto de' materiali ferrosi, riducendo la loro superficie a tale stato da compenetrarsi e da aderire le une alle altre, cementandosi, come in seguito farò meglio conoscere.

Essendo successivo un tale trasporto e continuato, ne avviene che il processo di aggregazione continua fino al totale esaurimento del ferro che serve di nucleo cementatore, la qual cosa si riconosce dal vuoto che rimane nel centro dell'aggregato il quale conserva la forma del nucleo stesso, sicchè l'aggregato medesimo va così crescendo gradatamente fino al cessare della causa promotrice il trasporto di particelle d'idrato ferrico sopra nuovi materiali circostanti.

La quantità dell'idrato ferrico trovasi quindi sempre maggiore nel centro in confronto della circonferenza dell'aggregato; ma quando il processo rimane compiuto e sia tale idrato intieramente esaurito, o soltanto tale quantità ne resti sparsa egualmente in tutta la roccia, da aversene appena piccole tracce, cessa l'aggregato medesimo di aggiungere a sè nuovi materiali (2).

(1) Scrive il *Becquerel* (*Ann. de ch. et de ph.* t. 54, p. 139), che quando un pezzo di ferro trovasi di già ricoperto in qualche parte di perossido idrato e sia esposto all'azione dell'aria e dell'acqua, la sua ossidazione progredisce più rapidamente, divenendo perciò il polo positivo di una piccola pila, l'azione della quale non cessa fino a tanto che il ferro non siasi convertito in idrato di perossido, o in ossido magnetico a norma del più o meno pronto rinnovamento dell'aria. E quanto al modo pel quale si effettua questo mutamento nel ferro, egli opina che la decomposizione, o combinazione che dir si voglia, tostochè abbia avuto incominciamento alla superficie, penetri fino al centro del ferro, talchè havvi trasporto di ossigeno come nelle cementazioni ordinarie.

(2) La proprietà del ferro di venir trasportato, nel suo passaggio dallo stato metallico a quello d'idrato

Nel Caranto, giunto a tale stadio di aggregazione, riconoscesi appena aver esso avuto il ferro per principio cementatore, e molto bene resiste fuori dell'acqua, e può servir anche di materiale da fabbrica; che se al contrario le particelle d'idrato ferrico sieno in esso soprabbondanti, posto al contatto dell'aria perde la sua acqua, prende il giallo rugginoso, acquista sempre più ossigeno e soprattutto d'acido carbonico, e così ne avviene lo scioglimento della roccia, il quale si fa mano a mano che la nuova ossidazione si va operando. Perciò accadde, che la pudinga formatasi sull'ancora posseduta dal D.^e Paoli di Pesaro, la quale appena estratta dal mare era tanto dura e consistente, si ebbe a fendere spontaneamente dopo alcuni mesi, al contatto dell'aria. Da ciò avviene, che il ferretto, di cui parla Breislak al §. 15 della sua Geologia milanese, tanto duro appena estratto che conviene romperlo con picconi di ferro, diventa tenero e friabile se si lascia esposto all'aria ed al sole. E così dicasi d'ogni altra specie di Caranto nostrale, che vediamo sciogliersi indubitatamente con maggiore o minore prontezza, qualora la cementazione non siasi completata, nei modi accennati, entro le viscere della terra o nel fondo dell'acqua. Se però i conglomerati di Caranto non perfezionati si lascino anche sciolti in frammenti, immersi nell'acqua, si cementano questi di nuovo ed uniti insieme costituiscono un aggregato simile al primo.

Quanto esposi relativamente al Caranto, può anche applicarsi ad alcuni gres e pudinghi a cemento ferruginoso, che credonsi di più antica formazione, i quali facilmente disgregansi al contatto dell'aria, e così pure ad alcuni marmi penetrati dal ferro, ma non ancora giunti ad una proporzionale combinazione di esso coi materiali terrosi che li compongono. Tali rocce si perfezionano lasciate immerse per lungo tempo nell'acqua, benchè staccate dal loro masso, e perdono in parte

ferrico, mediante le correnti promosse dalla presenza dell'acqua, attraverso i corpi solidi coi quali trovansi a contatto, notasi non solo nelle sostanze minerali terrose di vario genere, ma più facilmente nei corpi di origine animale e vegetabile, in causa del colore nerastro che ad essi comunica.

Le conchiglie, che si rinvencono in ammassi alluviali in molti siti del mare o della laguna, acquistano un color nerastro per tale cagione, e sono queste che trovansi in agglomerati di più o meno estesa dimensione.

E' minima però la quantità del ferro che ciascun guscio contiene, ed appena sensibile a' chimici reagenti, e diviene nulla affatto quando il guscio ritorna di colore biancastro.

Nelle sostanze vegetabili in tal modo mineralizzate, il ferro discopresi in quantità più sensibile. Se conficcasi un chiodo in un pezzo di quercia e s'immerga questo nell'acqua, vedesi, di mano in mano che nasce l'idrossidazione del ferro, venir trasportate le particelle di questo metallo gradatamente dal centro del chiodo a tutto lo spessore del legno, il quale acquista in tal modo, combinandosi al tannino, nero colore, e mostra, abbruciando, l'ossido in esso penetrato. In tal maniera si forma il nostro così detto *Ebano d'Arsenale*, che non è altro che Rovere imbevuto d'ossido di ferro, come pure il legno nero di quercia che si scava in alcune foreste in prossimità a sorgenti ferruginose che trovansi gettato sulle sponde in alcuni laghi di Neuchatel, come descrisse il Razumowschi.

il difetto di sciogliersi esposte all'aria. Ciò prova che per ottenere le suaccennate aggregazioni non occorre sia il ferro alla condizione metallica, ma bastare allo scopo qualunque stato di esso capace di sentire l'influenza dell'acqua e di passare allo stato d'idrato ferrico. Egli è pertanto che le particelle ferruginose sparse in alcune arene, danno ad esse il potere di agglomerarsi quando restino per lungo tratto bagnate dall'acqua; ciò succede in molti punti della nostra spiaggia, ove formansi anche quotidianamente per tal causa di simili ammassi, ne' luoghi specialmente in cui sianvi depositati granelli di sabbia nera, che, come si sa, è quasi del tutto ferruginosa. Lo stesso avviene per la decomposizione della mica, di cui talvolta abbonda la sabbia, la quale contiene del ferro in quantità abbastanza considerevole. In tal caso, essendo il ferro ridotto a minimi frammenti, ciascuno di questi diventa un centro aggregatore, quindi è facile dedurvi perchè più pronto riesca il processo cementativo. Si possono citare molti altri esempj analoghi a quelli riferiti superiormente, quali sono il sabbione osservato dal Brocchi (*Conch. foss. sub. t. I, p. 83*) fra Fano e Pesaro, che in alcuni luoghi, com'egli dice, è capace di un certo grado d'impetimento, e quelle dune consolidate che osservansi in differenti parti del mondo. Lo stesso è a dirsi del *Megiotan*, ossia delle conglomerazioni di sabbia, di conchiglie o d'altro, osservate dal Marsigli nel fondo del Mediterraneo (*Hist. phys. de la mer 1725, pag. 14, 15*), e considerate accidentalmente coprenti il vero fondo di quel mare, e così pure di una gran parte di quegli agglomeramenti eterogenei, che, secondo il Risso, si formano annualmente nel litorale di Nizza, nelle fessure del calcare marnoso e jurassico, e che trovansi ricoperte a qualche metro di profondità dalle acque marine. Forse potrebbesi pensare egualmente di altri aggregati del bacino mediterraneo creduti d'origine più antica (Risso, *Hist. natur. des principales productions de l'Europe méridionale. Tom. I. Paris 1826, p. 201*) (1).

(1) C. Lyell ne' suoi *Elementi di Geologia*, Cap. IV, della I Parte, al paragrafo *Cementazione delle mollecole*, parlando della consolidazione di que' sedimenti in cui tale processo non si compie che lungo tempo dopo la loro formazione, scrive, che ne' luoghi dove l'acqua delle sorgenti ferruginose o calcaree attraversarono un letto di sabbia o di ghiaja, osservasi talvolta che il ferro od il carbonato calcareo è deposto negli intervalli che separano i grani di sabbia od i ciottoli, di maniera che in certi punti tali diverse sostanze restano legate insieme e formano una pietra, mentre in altre situazioni la medesima serie di stratificazioni conserva una struttura incoerente e molle. Una cementazione di questo genere trovasi in una roccia esistente presso Kolloway nel Wiltshire. E' molto probabile che tali agglomeramenti abbiano per la maggior parte un'origine analoga a quella de' nostri caranti.

Considerando l'origine del nuovo gres rosso in relazione a quanto dal medesimo autore, nella citata opera, vien riferito, cioè provenire esso sovente dalle alluvioni di materiali di rocce decomposte contenenti ossido di ferro in grande proporzione, i quali trasportati nel mare od in un lago formano, agglomerandosi, degli strati

Le sabbie della costa nord della Cornovaglia e delle rive del mare presso Messina, agglutinansi insieme col lasso del tempo, poste nelle favorevoli circostanze accennate, ed acquistano compattezza di roccia così uniformemente solida e dura, che gli abitanti sogliono preferirla a molte altre pietre nelle opere di costruzione. Dicasi ciò pure del gres che trovasi appiedi ai Pirenei, il quale in molti punti non è che una sorte di *molasse*, ed in altri è ridotto alla durezza di una pietra idonea alle costruzioni, e chiamasi *Carcassone* (D'Aubuisson, *Géogn.*, T. II, p. 437).

Aggiungasi finalmente, a meglio comprovare il consolidamento delle aggregazioni ferrifere sott'acqua, oltre al fatto notorio delle pozzolane, quanto succede ne' graniti di Messina e nelle dighe d'Olanda, e ciò che Brocchi stesso riferisce nel suo *Trattato mineralogico sulle miniere di ferro*, t. II, p. 284, cioè che nella diga dell'Oderteich in 70 anni si formò un granito simile a quello d'onde proveniva la sabbia adoperata ad empier la diga stessa, e quanto vien riportato dal Brard relativamente al gres di Pontoise ne' dintorni di Parigi, ed a quello di Grammont, entrambi i quali acquistano solidità, se vengano immersi nell'acqua (1).

Con quanto innanzi ebbesi ad esporre è facile lo spiegare la rigenerazione di tali gres e graniti, e le cagioni dei differenti gradi di coesione delle loro parti componenti.

È da abbandonarsi quindi nel caso nostro l'idea che le soluzioni di ferro,

di gres rosso o di marna analoghi a quelli del vecchio gres rosso, o d'altri impasti per caratteri litologici rassomiglianti, fa d'uopo concludere nascere la cementazione nella maniera da noi esposta.

Il ferro ossidato idrato in grani, che trovasi nei dipartimenti della Francia centrale, si mostra in qualche circostanza agglomerato coll'intermezzo di un calcare ferruginoso, per cui ha luogo la credenza della contemporaneità del terreno e del minerale.

Dietro gli accennati principj potrebbe considerarsi il metallo di formazione anteriore, e la calce dell'età del calcare d'acqua dolce, ed essersi questa cementata per l'azione del ferro, con cui venne posteriormente a contatto. Per la stessa cagione anche il ferro ossidato idrato ferroso mostrasi nei terreni superficiali sovente sotto forma di puding ferruginoso. (Ved. Dufrenoy, *Traité de Mineralogie*, T. II, p. 488, 491.)

(1) Domenico Paoli nel suo importantissimo lavoro sul moto molecolare de'solidi, parlando, nel Cap. XI, dell'azione dell'acqua e delle alterazioni che si operano ne' minerali, e delle infiltrazioni di essa nei medesimi, oppone alla pretesa facoltà dissolvente dell'acque l'osservazione, che non pochi corpi progrediscono nel loro consolidamento quantunque s'impedisca in essi l'evaporazione, e, ciò che più importa, mentre su di essi tuttavia continua l'acqua ad esercitare la sua azione. Cita ad esempio i cementi così detti idraulici, i quali induriscono nell'acqua invece che essere da essa disciolti; così pure i graniti rigenerati di Messina, e la rigenerazione dei gres di Pontoise e di Grammont. Dopo quanto esposi relativamente al modo con cui si opera la formazione del Caranto, non è difficile conoscere in che consista l'influenza dell'acqua nella rigenerazione delle rocce nelle quali entra il ferro. Nei cementi idraulici però, dove questo metallo manca, il modo d'azione dell'acqua dovrebbe spiegarsi altrimenti.

intromettendosi fra i materiali terrosi, arenacei, ciottolosi, e conchigliari pei quali attraversano, servono ad essi d' intermezzo cementatore nel modo stesso che le infiltrazioni calcaree e silicee, involgendo cioè i materiali accennati, ed aggregandoli. I gres ed i pudinghi a cemento intromesso mostransi ben differenti da quelli su cui tenemmo discorso.

Dall' analisi meccanica di tali due specie di agglomerati è molto facile riscontrare negli uni il cemento intromesso, mentre negli altri, cioè nei carantacei, difficilmente discopresi, e sembrano invece i materiali componenti, aggregati per semplice adesione di superficie. Deve credersi di conseguenza, come dissi più sopra, servire il ferro, nella formazione del Caranto, non d' intermezzo agglutinatore, ma di mezzo potenziale o fattore determinante un' azione elettro-chimica, per cui le superficie medesime dei materiali che trovansi casualmente a contatto, vengono modificate in maniera di acquistare un' adesione reciproca, una specie di fusione molecolare prodotta dall' elettricità, agente riconosciuto il più valido per ottenere coesioni di forza estrema.

Un tale processo di aggregazione sembra però compiersi in più maniere; in alcuni casi pare che la forza elettro-chimica converta la superficie de' corpi carbonato-calcarei, che trovansi fra loro a contatto, in istato di soluzione acquosa, mediante l' azione dell' acido carbonico sovrabbondante nell' acqua, per cui havvi passaggio dallo stato di carbonato insolubile a quello di bicarbonato solubile, e che un tal acido si vada successivamente svolgendo in modo da far ritornare le superficie medesime, dopo fuse insieme, allo stato di carbonato neutro. Non è difficile persuadersi di ciò osservando col microscopio la superficie di alcune di tali aggregazioni. Quando un impasto si esamina nel suo primo stadio, discopronsi le superficie lievemente aderenti, distaccantisi con facilità le une dalle altre; progredendo il processo conglomerativo, si aggiungono particelle calcaree alle prime, e l' aggregato acquista adesione maggiore; in seguito discopronsi persino le superficie degli interstizj, lasciati da que' corpi che non giunsero a perfetto contatto, coperte di sottilissimi e minimi cristalletti calcarei, prismatici, disposti nella maniera stessa come avviene nell' interno di alcune geodi. Il tempo però giunge a fondere e quindi a distruggere anche tali cristalli, ed in quel caso si osservano le superficie de' corpi aderenti tenacemente le une alle altre come sofferta avessero una vera fusione. Ciò si riscontra di preferenza nelle aggregazioni conchigliari; e se in luogo di grossi materiali trovansi a contatto minimi frammenti soltanto, il processo manifestasi eguale, ma in tal circostanza è

è più difficile riconoscerlo nella sua origine, e l'impasto riesce di grana più o meno fina e più o meno aderente, secondo lo stadio di sua formazione. Se i materiali aggregati fossero di pura sabbia calcare, può questa fondersi col tempo in maniera da credersi calce carbonata compatta. Se a questi materiali sottili trovansi misti materiali più grossi o conchiglie, sembra che i primi servano quasi ai secondi di cemento intermezzo. Se alla sabbia calcare sia commista della sabbia silicea, la soluzione calcare serve di cemento a questa avvolgendola nel passare allo stato neutro; ma allora facilmente si disgregano i granelli silicei coll'acido nitrico.

Se l'ossido di ferro entra nell'impasto in grande abbondanza per essere prossimo al centro metallico, i suoi caratteri manifestano il suo predominio e chiaro apparisce, com'è infatti, il principale intermezzo cementatore; l'aggregato in tal caso mostra molta durezza ed aderenza, e dà scintille coll'acciarino, se nei materiali di esso entrano frammenti silicei.

Se l'impasto è di frammenti calcarei o di argilla, sembra farsi il processo aggregativo in modo più complesso, ed agire il ferro come fattore elettro-chimico non solo sulla calce ma ancora sugli altri principj componenti l'argilla, per cui la silice stessa rimane in parte allo stato temporario di soluzione, locchè facilmente spiegasi coll'isomerismo, nel modo stesso che potrebbe spiegarsi come l'argilla mista alla calce formi sott'acqua dei buonissimi cementi idraulici, e come ciò più facilmente e durevolmente si effettui colla presenza del ferro.

Anche se l'aggregato sia di puri frammenti silicei, può venir cementato dal ferro; in tal caso però l'idrato ferrico vedesi molto abbondante e serve d'intermezzo conglomeratore. Non potrei citar esempj in cui sabbia o ciottoli di pura selce siensi aggregati per fusione di superficie, nel modo stesso come nei frammenti calcarei si osserva. Che se ciò avvenir potesse, converrebbe che il ferro avesse anche il potere di far nascere sulle superficie de' corpi silicei, mediante la reazione di qualche alcali messo in libertà, uno stato di soluzione per la quale tali superficie, fondendosi insieme, restassero aderenti per un nuovo sprigionamento dell'alcali medesimo.

Studj più profondi, condotti a seconda de' moderni principj di scienza elettro-chimica-molecolare, potranno, valutando ogni speciale circostanza concomitante, chiarire siffatto argomento importantissimo, e molti altri che con esso si legano, e spargere luce sopra fenomeni geologici tuttavia molto oscuri, e fino ad ora incertamente od erroneamente spiegati.

CAPITOLO III.

Terreni a cui appartiene il Caranto, modo di trovarsi nell' adriatico bacino, e differenti specie di esso.

Da quanto esposi nel precedente capitolo è facile conoscere, non doversi riguardare la formazione del Caranto come esclusiva a particolari terreni ed accaduta regolarmente ad epoche geologiche determinate, ma, ammesse le supposte circostanze, poter essa aver origine in qualunque punto dell' adriatico bacino, e specialmente in quelle situazioni di esso, ove l' accidente portò quantità maggiore di ferro, o di sostanze ferrifere.

Trovansi infatti Caranto a maggiore o minore profondità in tutti i terreni alluviali del bacino medesimo nelle venete lagune e nel profondo del mare, specialmente in siti tranquilli e dove il ferro concorre in copia maggiore, cioè nei luoghi più frequentati dall' uomo, vale a dire in prossimità delle spiagge.

Il Caranto delle adriatiche campagne sta ordinariamente sottoposto ai depositi argillosi, ossia nella parte superiore dei letti di sabbia o di ghiaja che sono sottoposti all' argilla. Sotto il Caranto trovansi la sabbia sciolta e nel suo stato naturale, e spesso torna di nuovo a ricomparire l' argilla, indi il Caranto. Avviene il caso che ammassi di Caranto si trovino immediatamente sotto il terriccio vegetabile, quando il terreno sottoposto sia sabbioniccio o ghiajoso.

Nelle spiagge circondanti l' Adriatico, fra mezzo alla sabbia che le costituiscono, a maggiore o minore profondità e distanza, sovente anche del tutto scoperti, vedonsi ammassi arenacei più o meno solidi ed estesi, che altro non sono che un Caranto arenaceo misto spesso a frammenti di conchiglie marine o fluviali.

Scavando nelle isole Veneziane o nelle lagune, a 6, 8, 12 o 16 piedi di profondità, trovansi in quasi tutte le situazioni dopo il fango e l' argilla, e spesso anche dopo strati di sabbia, ammassi di Caranto più o meno potenti e grossi, sotto i quali seguitando lo scavo, rinviensi nuovamente sabbia od argilla; alle volte in alcuni siti profondi delle lagune veggonsi degli ammassi scoperti. Sparsi poi per le lagune e nei canali si pescano di frequente di quegli arnioni argillosi calcarei, od argilloso-sabbionosi con frammenti conchigliari, come addietro accennai, e questi alla superficie del fondo o ad assai poca profondità. L' epoca

memoranda del bombardamento di Venezia lascerà non v'ha dubbio anche nei fondi della nostra laguna delle indelebili traccie, poichè le migliaja di bombe e di palle sprofondate ne' siti in cui ferveva la lotta, prepareranno alla posterità masse ingenti carantose, delle quali la storia saprà allora indicare l'origine.

Nel profondo del mare Adriatico pescansi in tutti i siti conglomerati carantacei di specie diversa, a seconda dei materiali componenti i varj fondi, e vi hanno situazioni in cui il Caranto forma dei banchi immensi o delle secche, quali sono le accennate anche dal Donati, come *croste* o *cotenne*, composte di testacei e polipari, ad arena e terra frammisti ed impietriti in buona parte. Tali croste hanno sovente molti piedi di grossezza e sembrano di continuo aumentarsi per depositi conseguenti a nuovi trasporti.

Abbondantissimi sono essi nella costa orientale, cioè nell'Istria, Quarnero e Dalmazia. Lo stesso Donati ne osservò dei lunghissimi tratti, come quello che comincia all'Isola grossa, e va fino alle Bocche di Cattaro. Il letto su cui poggiano tali ammassi è differente secondo le situazioni, poichè ora è sabbioso, ora argillaceo, ed ora petroso, o, come dicono *d'aspreo*, cioè costituito dagli scogli calcarei, che più frequenti si riscontrano nel lido orientale del nostro mare tutto prossimo alle radici de' monti istriani e dalmatini, in confronto del lido opposto.

La potenza e l'estensione di tali massi stanno in ragione diretta della quantità di fomite cementatore, nonchè del concorso in punti determinati de' materiali suscettibili d'essere cementati, e delle circostanze capaci di favorirne il processo. Non riesce quindi difficile lo spiegare, come in certi siti possano essersi formati depositi così vasti, quando si pensi alla quantità immensa di ferro che di continuo viene inghiottita dal mare, ed alla minima quantità occorrente pel processo cementativo: dimodochè potrebbe calcolarsi che un'oncia di ferro metallico fosse capace di servir di nucleo cementatore a più piedi cubici di materiale. In tal modo avviene che due o più centri di cementazione a conveniente distanza, accrescendo gli agglomerati, si uniscano e formino un masso solo, e vada così di continuo aumentando sempre più col trasporto di nuovi materiali e coll'aggiunta di nuovo ferro, la potenza degli ammassi carantosi. La qual potenza pur diverrebbe straordinaria ed oltre limite, se la provvida natura non avesse fatte agire per arrestarla quelle stesse forze distruggitrici, che non risparmiano nemmeno quelle roccie dure e potenti che servono di base al Caranto, e che opponendosi all'accrescere di tali ammassi collo scioglierne i componenti,

preparano materiali a nuove formazioni, destinate anch' esse a distruzioni novelle. L' urto quindi del mare agitato, e più di tutto l' energica possa degli animali perforatori, servono a limitare in parte il progresso che farebbe col tempo l' estensione di tali agglomerati, i quali ciò nullameno vanno in qualche punto talmente perfezionandosi, da acquistare la consistenza e la durezza di rocce antiche, specialmente se ghiaja e sabbia silicea ne sono i materiali costituenti, essendo quelli composti di spoglie di testacei o polipari più facili a decomorsi ed a distruggersi per le cause accennate.

Questi ultimi però, anche per osservazione dello stesso Donati, ad una profondità alcune volte minore alcune altre maggiore d' un piede, ritrovansi perfettamente impetriti e passati in sostanza marmorea, ed a minore profondità sono più conservate le spoglie animali che li compongono, e finalmente nella superficie loro osservansi aggregate spoglie conservatissime di animali morti, o viventi ancora.

Dall' esposto quindi vedesi non esser altrimenti vero quanto asserisce il Brocchi nel suo *Trattato sulle Miniere di ferro del Dipartimento del Mella*, che cioè il mare attuale perdette intieramente la sua energica possa, e non faccia più nuovi scogli e nuovi ammassi petrosi; che i fiumi tributano ad esso bensì una quantità di terra di vario genere sommamente attenuata e che se ne distacca dai continenti coll' erosione dell' onde, ma che questi materiali giacciono ne' suoi fondi in depositi fangosi incapaci d' incontrare nessuna coerenza, e che non compongonsi mai, o molto di rado, una breccia, un pudingo, od un' arenaria che sono le più grossolane produzioni del regno minerale.

Può accordarsi bensì che i pudinghi di Cherbourg, quello aderente all' ancora pescata nel mare di Ancona, e quanti altri accennai, sieno fatti parziali e prodotti di particolari accidenti; che i conglomerati che si vanno facendo attualmente non siano che una leggera imagine di ciò che successe in grande altre volte; ma non possono negarsi gli effetti necessarj delle decomposizioni e delle ricomposizioni chimiche delle rocce che per successione di tempo si vanno osservando, le quali non sono poi da considerarsi tanto differenti da quelle che si operarono nei tempi antichi. Come può negarsi infatti che, oltre ai metalli ferruginosi trasportati dai fiumi e dall' accidente, esister possano in fondo del mare miniere di ferro od altri ammassi di questo metallo, staccati dal loro letto per circostanze analoghe a quelle che agirono nel profondo dei mari ne' secoli antichi, e che questi ammassi venendo sparsi per identiche cause e messi al caso di

idrossidarsi, possano dar origine a conglomerati simili a quelli che delle antiche formazioni sono proprj?

Non è quindi sotto certo aspetto da sbandirsi intieramente l'opinione di que' geologi, i quali credono che le cause concorse alla produzione delle rocce di sedimento marino possano continuare anche adesso nella loro azione in fondo dei mari. Se tali cause, come dissi, non agiranno coll' antica energia, cambiate essendosi moltissimo le circostanze, se non agiranno tutte, lo faranno almeno in gran parte, e certamente in modo analogo, per certe formazioni, come sembra che il fatto dimostri, vedendosi tutto giorno aver origine terreni simili a quelli che si sono formati nelle epoche geologiche in cui il mare stanziava sul continente. Non è vero che troppo angusti spazj occupino gli aggregati recenti, per poter servire di prova in confronto delle grandi estensioni di suolo che coprono gli antichi sedimenti, e che gl' impasti portino l'impronta di un' aggregazione imperfetta, stentata, e, per così dire, abortita, giacchè estensioni abbastanza grandi di suolo occupano tali moderni sedimenti, per non farsene lieve conto, e poichè i gres, le pudinghe ed altri agglomerati, che attualmente formansi in fondo dei mari, sono, quando raggiungono certo grado di perfezione, dotati di solidità e compattezza non inferiore a quella di altre analoghe rocce montane, prodotto di antiche formazioni sedimentose marine, abbenchè non giunti ancora come quelle, per forza del tempo, a completa durezza. Se fosse possibile portare lo sguardo nell' imo fondo dell' oceano vedremmo, almen giudicando da quello che ci è dato scoprire sulle formazioni dell' angusto spazio occupato dal mare Adriatico, che molti banchi di rocce si avrebbero lavoro del mare attuale, non confondibili colle rocce sottomarine che si legano coi monti del continente, e che sono formazioni di quel geologico periodo in cui un oceano vasto e tranquillo deponeva lentamente i principj che doveano formarle, per poi, distruggendosi, prestar materiali agl' impasti moderni di cui tenemmo discorso.

Persuadendo ogni fatto, che il mare allagasse un tempo le nostre pianure, lambendo le radici de' monti che lo circoscrivono, e doversi ai trasporti de' fiumi ed al graduato ritiro dell'acque la formazione dei depositi di alluvione distribuiti regolarmente in più punti, si possono dedurre conclusioni sui rapporti di analogia che si vedono esistere fra le situazioni ed il modo di trovarsi del Caranto contemporaneo in confronto di quello più antico, ma formatosi sotto l'influsso di simili cause.

Infatti, confrontando le stratificazioni di deposito alluviale delle venete cam-

pagne coi terreni subacquei delle lagune, che ne sono continuazione e che diverranno un giorno campagne essi stessi, vedesi tutta l' analogia di formazione, poichè tanto allo strato di terriccio nelle campagne, quanto a quello di fango nelle lagune, trovasi quasi sempre sottoposta l' argilla, indi l' arena o la ghiaja sole ed alterne, e sì nell' une come nell' altre tornano sovente le argille e le sabbie e viceversa, a differenti profondità, secondo i siti e l' estensione del deposito di che sono formati, e le cause accidentali posteriori che possono aver alterato lo stato loro primitivo.

Tanto nelle campagne quanto nelle lagune trovansi ordinariamente gli ammassi di Caranto in analoga situazione, vale a dire al punto di contatto delle argille colle sabbie, e trovasi pure analogia relativamente alla profondità a cui son posti, alla loro estensione e grossezza, alla forza di aderenza del loro impasto, ecc., locchè tutto dimostra aver essi avuta origine eguale ad epoche differenti, e doversi considerare pel maggior numero quelli che si scavano ora nelle venete campagne come formazioni di que'tempi, in cui queste ancor erano coperte dal mare, nel modo stesso che ora lo sono le lagune. Le quali lagune se progressivamente non divennero campagne esse stesse, ciò devesi solo considerare come effetto di quell' artificio che si adopera da tanti secoli per guarentire la loro esistenza.

Da quanto si è notato relativamente ai differenti fondi marini riesce facile conoscere quante specie di Caranto possano in essi aver formazione.

Tra i fondi marini, come vedemmo, ve ne hanno di argillosi, di arenacei, di calcari o silicei, di ciottolosi, di conchigliosi e di misti; il nome specifico quindi devesi scegliere a seconda della differenza dei materiali aggregati. Altri caratteri per designare le varietà possono aversi dalle qualità dell' argilla, dell' arena, dei ciottoli, delle conchiglie, ecc.

Che se pongasi mente al luogo di formazione, potrà distinguersi il Caranto del mare da quello di laguna, il fluviale dal campestre. Se vogliasi accennare alla profondità da cui si estraee, può dirsi superficiale o profondo, superiore od inferiore ad uno od altro strato alluviale; se si ha riguardo all' epoca di formazione, potrà chiamarsi antico o recente; se al grado di sua perfezione, perfetto od imperfetto.

Di tutte le accennate specie di Caranto potete vederne un saggio nella serie che vi presento, e farvi un' esatta idea de' particolari caratteri che le distinguono.

CAPITOLO III.

Riassunto, conclusioni ed applicazioni.

Da quanto ebbi ad esporre relativamente alle opinioni degli autori sull'origine del Caranto, alle osservazioni da me fatte sulla vera genesi di questa roccia, e sulle varie specie di essa in relazione ai terreni nei quali si rinviene, sembrami potersi concludere a pro della scienza :

1.° Essere il Caranto una roccia che può giornalmente prodursi per la trasformazione dell'argilla, dell'arena, della ghiaja e di altri corpi, in aggregati solidi, ma non aver essa origine da infiltrazioni minerali, come venne creduto finora, e come avviene nella formazione di altri gres e pudinghi ;

2.° Il ferro operare la genesi del Caranto, non come intermezzo agglutinatore, ma come mezzo potenziale o fattore determinante al contatto dell'acqua un'azione elettro-chimica, mediante la quale le superficie dei materiali, che trovansi casualmente a contatto, vengono modificate in maniera da acquistare un'adesione reciproca, come quasi nascesse in esse una specie di fusione e d'impasto molecolare ;

3.° Una tale azione elettro-chimica esser quindi condizionata alla presenza d'uno o più nuclei di ferro passanti, per l'azione dell'acqua, dallo stato metallico o di ossidazione a quello d'idrato ferrico ;

4.° Formarsi in tal modo un seguito di vibrazioni e di correnti elettro-chimiche, le quali, continuando finchè durano le circostanze che le promuovono, trasportano molecole d'idrato ferrico non solo a contatto delle superficie, ma attraverso lo spessore dei materiali circostanti fino alla totale distruzione del nucleo da cui partono, sicchè rimane vuoto lo spazio da esso prima occupato, e rammenta la forma che aveva ;

5.° Rinvenirsi più ferro presso il nucleo dell'aggregazione che nella circonferenza, sparire il ferro stesso quasi affatto col tempo in ogni punto di essa, od almeno rimanerne soltanto tracce appena sensibili, e cessare in tal modo il potere aggregativo ;

6.° Disaggregarsi facilmente questa roccia, al contatto dell'aria, in quelle parti dove il ferro sovrabbonda, e ciò in causa del passaggio di questo metallo

dallo stato di ossido bruno a quello di ossido rosso, e succedere questo più o meno facilmente a seconda della quantità dell'ossido stesso ;

7.° Riattivarsi il processo cementativo e ristabilirsi l'aggregazione dei materiali, quando si ristabilisce l'azione dell'acqua sopra di essi ;

8.° Cessare la disaggregazione, quando nella roccia il principio ferroso sia ridotto a tale quantità da non più mantenere correnti, e succedere questo tanto più prontamente quanto è maggiore la quantità dell'ossido bruno e riuscire in tal caso l'aggregato ottimo materiale da fabbrica ;

9.° Il processo d'aggregazione compiersi nell'acqua marina al pari che nella dolce, però con maggiore rapidità in quella che in questa ;

10.° Le differenze nelle specie di Caranto dipendere dalla differenza dei materiali aggregabili, coi quali un pezzo di ferro viene a contatto ;

11.° Non differire il modo di aggregazione col differire dei materiali medesimi, ed essere eguale il processo, tanto se trattisi di pezzi di considerevole grandezza come di frammenti ridotti al minimo grado di dissoluzione, od anche di soluzione nell'acqua ; ma in quest'ultimo caso trovandosi l'impasto di materiali sottili a contatto con corpi maggiori, servir esso a facilitare l'unione di questi corpi facendo uffizio di secondario mezzo cementatore ;

12.° Colla teoria medesima del processo cementativo del Caranto potersi spiegare la formazione di alcuni gres e pudinghi creduti di origine più antica, e ciò servir anche alla spiegazione di altri fenomeni geologici finora misteriosi, ed a confermare la sentenza di alcuni fisici relativa all'impulso che le forze elettriche danno agli elementi de' corpi nel mutamento delle masse terrestri. .

Di tutte queste deduzioni non solo la scienza potrà valersi svariando ed estendendo sperimentali ricerche a seconda degli odierni progressi negli studj elettro-chimici, ma l'arte stessa potrà approfittare. Chi non vede infatti quanto utile deve riuscire l'applicazione delle accennate osservazioni alla costruzione delle dighe e di altri lavori sott'acqua (1), laddove occorre robustezza di fonda-

(1) Ad illustrazione di tale argomento credo conveniente sia aggiunta la seguente Nota letta all'I. R. Istituto il giorno 27 novembre 1854 ed inserita ne' suoi Atti : *Se sempre abbia parte il ferro nella consolidazione e durata dei cementi idraulici?* Nel n.° 4 del 24 luglio 1854 del Conto reso settimanale dell'Accademia delle scienze di Parigi, leggesi l'estratto di una Memoria dei sigg. Malagutti e Durocher, intitolata *Ricerche sulla resistenza delle calce idrauliche e dei cementi all'azione distruttiva dell'acqua del mare.*

Gli autori di una tale Memoria, coll'appoggio di esperimenti da essi fatti su così importante argomento, vennero a concluderne :

« Che i cementi riputati come più resistenti all'azione distruttiva dell'acque del mare, contengono sempre delle quantità notabili di ossido di ferro.

menta a valida opposizione alle forze potenti delle correnti sottomarine e degli irati marosi?

Del potere cementatore del ferro si valse già l' arte in più casi dall' esperienza condotta; ma quanto maggiormente potrà approfittarne ora che la scienza venne in soccorso dell' arte?

Potrei a conferma di ciò far conoscere l' esito felice di alcuni miei speri-

» Che certe combinazioni di silice, allumina e calce danno, a circostanze eguali, delle reazioni assai differen-
» ti, secondo che esse sono sprovvedute o che contengono molto ossido di ferro. »

A tali conclusioni veniva io medesimo nella mia Memoria letta tre anni or sono a questo I. R. Istituto, sul potere aggregatore del ferro, e sulla formazione del così detto Caranto nel bacino adriatico, ed in conseguenza di esse richiamava l' attenzione degl' ingegneri che si occupano di costruzioni subacquee, onde avessero ad approfittare delle mie osservazioni.

Se non che alla Memoria degli autori succitati segui una Nota letta all' Accademia delle scienze dal sig. Vicat, ed inserita nel n.º 9 del 28 agosto del Conto-reso di questo stesso anno, nella qual Nota sono citati dei fatti bene stabiliti, i quali sarebbero in opposizione diretta di quanto viene asserito nella Memoria dei sigg. Malagutti e Durocher, sull' efficacia del perossido di ferro nelle composizioni idrauliche.

E tali fatti sono i seguenti :

Vi hanno dei cementi indistruttibili dall'acqua di mare, i quali contengono dal 5 al 12 per cento di perossido di ferro. Ve ne hanno di lievemente attaccabili, i quali contengono dal 5 al 7 per cento di questo metallo. E ve ne hanno di eminentemente distruttibili, abbenchè contengano quasi un sei per 100 di ferro.

Cita inoltre, che fra le pozzolane vi ha quella di Roma che resiste più d' ogni altra, benchè contenga soltanto 12 per 100 di perossido di ferro, mentre la peggiore di tutte, che è quella della Isola Borbone, ne contiene il 35 per 100.

Aggiunge ancora, che tutte le pozzolane artificiali fabbricate con delle argille bianche e convenientemente messe in opera, resistono all' acqua del mare, e che ve ne hanno di quelle che non contengono principii ferruginosi, o se ne contengono, sono limitati al solo 2 per 100, e che le calci idrauliche, le quali unite alla sabbia sono le sole che danno aggregati indistruttibili dall' acqua del mare, non contengono che quantità insignificanti di perossido di ferro.

Da tali fatti conchiude il sig. Vicat « essere difficile il poter attribuire al perossido di ferro un' importante » efficacia nella formazione dei cementi subacquei, ed il generalizzare la di lui utilità appoggiando a casi forse eccezionali che potrebbero spiegarsi in differente maniera. »

Tali considerazioni del sig. Vicat non infirmano però quanto erasi da me inserito nella mia Memoria sul potere cementatore del ferro; provano soltanto potersi aver cementi idraulici anche senza l' intervento di tal metallo, locchè io pure aveva avvertato facendo nuove esperienze sopra altre specie di pozzolana contenenti particelle ferruginose in piccolissime quantità, come ne è prova l' aver asserito parlandovi della terra di Santorino (*), nella sessione di marzo dello scorso anno, che « contenendo quella terra il ferro in assai minima quantità, si converte » in cemento idraulico, unita alla calce, e solidifica per ragioni composte in parte differenti da quelle da me esposte sul potere aggregatore del ferro. »

Di tutto ciò credetti conveniente informare codesto I. R. Istituto, non tanto per mostrare l' anteriorità delle mie osservazioni su tale argomento, quanto per farvi conoscere la loro consonanza con quelle dei sigg. Malagutti, Durocher e Vicat.

(*) Sulla natura della terra di Santorino e sulla sua applicazione alle arti ed all' agricoltura. Nota inserita negli Atti delle adunanze dell' I. R. Istituto, T. IV, Ser. 2. da, 1853.

menti corroborati da un quarto di secolo di prova, sull'efficacia della presenza del ferro ossidato nei materiali terrosi usati nella composizione dei lastricati picei da me per primo proposti ed esperimentati fino dal 1827 (1), e così pure nella costruzione di alcuni pavimenti subacquei, all'oggetto di renderne più consistente l'impasto, ma ciò riservo a soggetto di un mio futuro discorso.

(1) Vedasi la Gazzetta di Verona 1828, n.º 26; il Giornale veneto di tecnologia e belle arti, novembre 1833, e la Gazzetta di Venezia, n.º 95, 23 aprile 1838.

(Letta nel giorno 25 giugno 1851.)