

L'evoluzione delle rive marine in Liguria

Note del socio prof. ARTURO ISSEL (*)

III.

QUATERNARIO.

I segni della evoluzione subita dal litorale della Liguria durante i tempi quaternari sono assai numerosi, ma non accusano movimenti paragonabili per ampiezza a quelli verificatisi durante i periodi geologici precedenti. Questi segni sono in alcuni casi poco manifesti o si prestano a dubbie interpretazioni. Appunto perciò non mi sembra superfluo farne oggetto di un nuovo esame critico.

Per quanto concerne il quaternario inferiore, Deperet e Caziot additano il noto sabbione a conchiglie marine della penisola di San Giovanni, già descritto da Risso (1), assegnandogli l'altitudine massima di 25 m. Essi contribuiscono efficacemente alla cognizione di questo deposito, ed enumerano le specie di fossili che vi furono rinvenute, fra le quali alcune, come *Strombus bubonius* e *Conus Mercati*, hanno significato cronologico notevolissimo. Avvertono inoltre che Pomel ebbe a segnalare in un giacimento marino a *Strombus bubonius* dell'Algeria avanzi di *Elephas antiquus* (da lui citato sotto il nome di *E. folensis*), da che si ricava un prezioso criterio per identificare un termine della cronologia stratigrafica marina ad un altro riferibile alla cronologia continentale.

A proposito del giacimento quaternario della penisola di S. Giovanni, sul quale a ragione insistono i signori Depéret e Caziot, ricorderò come Risso vi raccolse circa un centinaio di specie di fossili, da lui registrate con denominazioni ora difficilmente riferibili alla nomenclatura moderna (1), e come sia stato

(*) Continuazione. Vedi fasc. precedente, pag. 1085.

(1) Risso A., *Observations sur la presqu'île de Saint-Hospice aux environs de Nice, départ. des Alpes Maritimes*, in *Journal des Mines*, tome XXXIV, n. 200, pag. 81, Paris, 1813.

poi descritto da A. Lamarmora, che gli attribuì l'altitudine di soli 20 m. sul livello marino.

Un altro piccolo lembo conchigliifero della medesima età, almeno così inferisco dallo stato di conservazione dei fossili, tutti di specie viventi, fu rinvenuto anni sono alla base della penisola di Monaco, a pochi metri sul livello del mare.

Le così dette caverne dei Balzi Rossi, situate immediatamente a levante del confine politico franco-italiano, nel territorio di Grimaldi, ripetono indubbiamente l'origine loro dall'azione erosiva delle onde sulla ripa, formata di calcari giurassici, in parte giacenti sopra una base di marne cenomaniane, per effetto di un caso di ricoprimento degno di nota (1), e stanno ad indicare una antica riva di 25 a 30 m. più alta del livello medio del mare attuale. Dicendo che esse furono scavate dalle onde non intendo escludere che il fenomeno sia stato predisposto da diaciasi preesistenti e dall'azione dissolvvente delle acque di dilavamento, le quali, discendendo dal monte, s'insinuavano nelle soluzioni di continuità. Con ciò non pretendo asserire cosa nuova, imperocchè già De Saussure attribuiva tale origine alle accennate caverne (2).

I fori di litodomi che Gaudin e Moggridge osservarono in quello stesso litorale, ad una ventina di metri d'altitudine e quelli segnalati presso a poco al medesimo livello nelle rupi del Capo Roux (3) accusano indubbiamente una antica riva marina quaternaria, forse non la più antica dopo la fine del periodo pliocenico. A ponente del ponte romano, situato presso il punto nel quale la via Giulia si accosta alla battigia, si trovano, secondo gli autori precitati, altri fori di litodomi, contenenti sabbia grigia e granuli di glauconia, a soli 8 m. sul mare.

Nella stessa ripa dei Balzi Rossi già De Saussure indicava, a circa 5 m. fra Mentone e Ventimiglia, fori simili a quelli dei litodomi, nei quali non ravvisava però tracce lasciate da molluschi marini, ma piuttosto cavità dovute al disfacimento di noduli pi-

(1) BOULE M., *Les grottes de Grimaldi*, tome I, fasc. 2, pag. 82, Monaco, 1906.

(2) DE SAUSSURE H. B., *Voyage dans les Alpes*, Neufchatel, 1796-1804.

(3) VULLIEMIN, GAUDIN et FOREL, *Menton, son climat, sa géologie et ses grottes*, Menton, 1865.

ritosi. Senza escludere che tale possa essere propriamente l'origine di alcune nicchie, non credo si possa disconoscere in altre della medesima sponda il carattere di stimate marine. D'altra parte, Depéret e Caziot segnalano allo stesso livello un'antica linea litorale accusata da un deposito, che essi attribuiscono al quaternario superiore, esistente a Pierre Formigue presso Beaulieu.

Fra le accennate caverne, merita speciale considerazione una delle più orientali, denominata *del Principe*, da che vi si praticarono scavi sistematici assai profondi per iniziativa del sovrano di Monaco. A tali scavi soprintendeva una commissione scientifica costituita dai naturalisti Boule, Cartailhac, de Villeneuve e Verneau, e gli avanzi, ossami e manufatti che ne provengono si conservano, insieme ad altri estratti dalle caverne vicine, nel nuovo Museo Etnografico di Monaco. La cavità di cui si tratta ricettava una serie regolare di depositi; il più profondo, d'origine marina contenente conchiglie, tra le quali lo *Strombus bubonius*, i successivi, formati per opera degli agenti esterni e in parte col concorso dell'uomo, erano ricchi di ossami di mammiferi infraquaternari e sopraquaternari e di manufatti. All'altezza media di 23 m. si osserva nell'interno della caverna una sorta di cornice, al di sotto della quale la roccia calcare è perforata dai litodomi (1). Siffatta cornice e i fori sottoposti, nei quali si trovano ancora le conchiglie dei molluschi perforanti, sono per Boule i più antichi residui del livello marino quaternario, lungo il litorale.

A circa 12 m. d'altitudine incomincia il deposito marino contenente numerose spoglie di testacei, deposito che copre quasi tutto il suolo roccioso originario della cavità, raggiungendo la spessezza media di 2 metri; esso è formato in parte di voluminosi frammenti staccati dalle pareti della caverna ed appena fluitati, elaborati a fior d'acqua, e in parte di elementi più sottili, che furono logorati e più o meno arrotondati ad una certa profondità. Nella anfrattuosità più insinuata della caverna, le cui pareti, erose e levigate dal moto ondoso, son coperte di tubi di

(1) La cornice non si osserva nella parete occidentale della caverna, perchè questa subì parecchi scoscendimenti; Boule osserva, d'altronde, che non è orizzontale, ma pendente verso il mare, e tale particolarità, come si vedrà meglio in seguito, ha un significato notevolissimo, perchè accenna a sollevamento della sponda e non ad alterazione del livello marino.

Serpula, penetra il detrito marino, il quale si estendeva al di sotto dei residui di focolari abbandonati dagli antichi abitatori e si continua indubbiamente con altri lembi di conglomerati osservati a maggior prossimità del mare in vari punti, massime verso ponente. Questo detrito fu segnalato, ad esempio, nelle fondazioni della casa Abbo, nella *Barma* o grotta del *Bausso da Torre*, ora distrutta, e si vede ancora lungo la ferrovia fra la caverna del Principe e la Punta Gerbai.

Boule diede un catalogo dei numerosi fossili raccolti nel deposito marino (secondo le determinazioni di Dautzenberg). Si tratta di 90 specie, fra le quali, prescindendo da tre specificamente indeterminate, due o tre appena cessarono di vivere nel Mediterraneo. Fra queste lo *Strombus bubonius*, Lamarck, comune al Senegal, generalmente noto ai paleontologi sotto il nome di *S. Mediterraneus*, e la *Mathilda Canariensis*, Dautzenberg (1). Il prof. Boule cita con dubbio, come pertinente alla medesima fauna il *Cassis rufa*, specie dell'Oceano Indiano, della quale due frammenti furono raccolti nella caverna del Principe. L'esame di tali esemplari, dotati del colore e della lucentezza propri alle conchiglie fresche, la distribuzione geografica della specie (che non fu segnalata a latitudine più alta di Aden), la circostanza che nei livelli profondi delle stazioni dei Balzi Rossi mancano affatto oggetti di provenienza lontana, e che nei livelli superiori si danno solo (secondo Rivière) rare conchiglie estranee al paese, probabilmente esportate dai lidi della Francia occidentale per opera dell'uomo, m'inducono a ritenere gli accennati avanzi di *Cassis* come da poco tempo e per casi fortuiti introdotti dall'esterno nel deposito in cui furono rinvenuti.

Certo è che la spiaggia emersa di cui si tratta è sottoposta ai depositi subaerei delle caverne contenenti ippopotamo, *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*, ecc. e risale perciò al quaternario inferiore, mentre i suoi caratteri paleontologici escludono che possa attribuirsi al pliocene.

Secondo Boule, le caverne ebbero origine allorchè, per fatto

(1) Rispetto allo *Strombus*, sono da ricordarsi le osservazioni pubblicate dal Simonelli nella sua nota sulla « Geologia dell'isola Pianosa », comparsa nel Boll. del R. Comit. geol., 1889, n. 7 e 8.

dei fenomeni orogenici, i calcari giurassici occuparono presso a poco la posizione attuale, cioè alla fine del miocene.

Al principio del pliocene il mare si avanzò lungo le rive della Liguria, ed occupò, come dissi, estesi territori che erano emersi; ma è dubbio se le onde sieno penetrate nelle caverne già iniziate; in caso affermativo esse dovettero rimuovere i primi depositi mobili che vi si erano accumulati ed accrescere le dimensioni delle accennate cavità. Boule crede, inoltre, che il movimento d'emersione del pliocene non si producesse in modo regolarmente progressivo, ma con alternanza di fasi in senso contrario. Manca fin qui ogni dimostrazione di tale alternanza (1).

Siamo perfettamente d'accordo ammettendo che in un dato momento, al principio del quaternario, il livello del mare corrispondesse alla quota di circa $\pm$ 25 m., e che, a poco a poco, il livello stesso si riducesse a $\pm$ 12 m., producendo il deposito conchigliifero testè descritto.

Certamente l'emersione dovette continuare, e permettere all'uomo di cercar rifugio in quelle spelonche; ma Boule reputa inverosimile che grandi e pesanti pachidermi potessero vivere nell'angusta zona costiera in cui sono comprese le caverne, se la topografia locale fosse stata conforme alla presente; e da ciò è indotto a supporre l'esistenza di una antica protrazione della riva, in altre parole, di una soglia pianeggiante situata dinanzi alle stesse caverne, zona abbastanza estesa da consentire le evoluzioni degli elefanti e dei rinoceronti. Questa sarebbe stata convertita successivamente in una spianata sommersa a piccola profondità, accusata ora dagli scandagli.

Io pure credo che la zona pianeggiante emersa lungo la riva fosse durante i primi tempi dell'era quaternaria più estesa che non attualmente; ma non è necessario attribuire la sua scomparsa ad antico bradisismo, come fa Boule, mentre il progressivo avanzamento del mare, dovuto al moto ondoso, avanzamento che si manifesta in molti punti del lido ligure ai nostri giorni, in conseguenza del medesimo fenomeno, sembra ben sufficiente a spiegare la diversa configurazione del lido.

(1) Egli accenna a tracce di depositi aerei pliocenici, sotto forma di una antica breccia aderente alle pareti della caverna del Principe; ma si tratta di un semplice apprezzamento, che non è confortato da alcun sussidio paleontologico e litologico.

Boule riferisce una osservazione assai notevole, fatta molti anni or sono da un geologo inglese (1), il quale afferma che le caverne dei Balzi Rossi si estendono, almeno sopra un punto, a considerevole distanza sotto il livello marino. Di contro a queste caverne, soggiunge, sgorga dal fondo marino una sorgente, la quale, quando regna bonaccia, si manifesta alla superficie e forma un piccolo adunamento d'acqua dolce in mezzo alla salsa, come avveniva in altri tempi della Polla di Cadimare nel Golfo della Spezia. Questa sorgente si apriva un adito e scorreva originariamente sopra la terra emersa, la quale di poi rimase coperta dal mare (2).

Non mi pare che la circostanza segnalata dal Maiv costituisca un argomento di molto peso a sussidio della tesi sostenuta dal Boule. Ognun vede, infatti, come tanto la protrazione di una delle grotte nel fondo marino, quanto l'accennata sorgente di acqua dolce possono essere la traccia visibile del prolungamento verso mezzogiorno di quei crepacci formatisi nel calcare giurese in epoca remota, probabilmente allorchè si accentuarono le prime pieghe orografiche cenozoiche, e allargati dalle acque circolanti, i quali, col concorso del moto ondoso, diedero origine verosimilmente alle maggiori soluzioni di continuità.

Da una sezione condotta fra il monte Grammondo e un punto situato a circa 15 km. al largo di Grimaldi (Opera citata, p. 126, fig. 16), Boule desume l'ampiezza del movimento negativo da lui ammesso, il quale avrebbe determinato l'emersione della zona litorale, ora coperta di 40 a 50 m. d'acqua.

Ai piedi della collina pliocenica sulla quale sono affastellati gli edifizii di Ventimiglia vecchia, come pure alle falde dei rilievi litorali e di quelli che limitano le valli della Roia e della Nervia nelle parti loro terminali, ugualmente pliocenici, si distendono alluvioni, per la massima parte recenti, che declinano fino alla spiaggia marina, dalle quali emergono qua e là angusti lembi di depositi quaternari. Questi costituiscono, lungo le rive dei due corsi d'acqua, piccoli terrazzi sabbiosi e ghiaiosi assai alterati dagli agenti esterni.

(1) MAIV G., *On the evidence of recent changes of level of the Mediterranean coast-line* in *Geol. Magaz.*, VII, 1879, pag. 548.

(2) BOULE M., *Les Grottes de Grimaldi*, tome I, fasc. 2, pag. 125.

Da uno di tali giacimenti quaternari, situato nella vigna Macario in territorio di Camporosso, furono estratti gli avanzi di un piccolo *Elephas primigenius*, fra i quali due quinti molari della mascella inferiore da me descritti (1).

Procedendo da ponente a levante, lungo il litorale del Golfo di Genova, s'incontrano segni più o meno manifesti di emersione quaternaria. Così al Capo S. Ampeglio di Bordighera certi fori



FIG. 4^a — *Rupi di arenaria eocenica del Capo S. Ampeglio con nicchie d'erosione « Caldaie dei Pigmei ».* — (Fot. Forma).

cilindroidi ed emisferici, praticati, quali verticalmente dall'alto in basso, quali in direzione obliqua od anche orizzontalmente, nell'arenaria eocenica, dalle onde, si osservano almeno fino a m. 7 sul livello medio del mare (fig. 4) (2).

(1) *Annali del Museo Civico di Storia naturale di Genova*, volume XIV, Genova, 1879.

(2) Le cavità, di cui si tratta, da me denominate *Caldaie dei pigmei*, differiscono dalle *Caldaie* o *Marmitte dei giganti* per le loro dimensioni generalmente minori, e pel fatto che non furono come queste trapanate nella roccia per opera di detriti, ai quali il moto ondoso e le correnti impartirono un movimento giratorio, ma dall'azione erosiva dei vortici: acquei suscitati dal moto ondoso sopra una roccia arenacea. Secondo la mia interpretazione, ogni foro fu iniziato dal distacco di un granello di arenaria ed ampliato successivamente

Alla base del Capo delle Mele, verso levante, si può osservare un conglomerato quaternario, ad elementi calcari forati dai litodomi, e a cemento arenaceo, adagiato sopra strati di calcare marnoso eocenico, pendente a monte di circa 40°. Questa assisa di conglomerato non raggiunge che due o tre metri di potenza, e l'altezza di cinque o sei sul livello medio del mare, ed è sottoposta ad una potente formazione arenacea, oscuramente stratificata, che ricopre come d'un manto il fianco del promontorio, e si solleva fino alla quota massima di 160 m. Si tratta di sabbia silicea, contenente pure materiali calcarei e ferruginosi, più o meno tenacemente cementata, e che assume in alcuni punti la saldezza di una vera arenaria. Essa è in parte coperta e superficialmente commista di detriti di falda, e contiene fossili terrestri e marini, tutti di piccole dimensioni.

Avendo considerato, da principio il ciottolato e il rivestimento sabbioso che gli è sovrapposto come una formazione unica, argomentai che accusasse un livello marino quaternario assai più alto di quelli anteriormente segnalati lungo le rive del Golfo di Genova (1); ma ebbi ben presto a ricredermi, in seguito alle osservazioni compiute dal Taramelli (2); poi da Clerici e Squinabol (3), i quali diedero inoltre un catalogo di 17 specie di animali marini (gasteropodi, crostacei, lamellibranchi, scafopodi, echinidi, foraminiferi) rinvenuti nella sabbia concreta. Non v'ha ora alcun dubbio per me circa la concomitanza in quel punto di strati ciottolosi e di una *Duna morta*.

Per analogia cogli altri depositi marini situati lungo la Riviera di Ponente (e in ispecie di quelli di Cogoleto e di Arenzano), attribuisco il primo all'infraquaternario. Rispetto ai fossili della duna, tutte le specie citate da Clerici e Squinabol sono ancora viventi, ad eccezione di una piccola *Helicidae* (*Patula Melensis*) rappresentata da un solo esemplare non integro, descritta come nuova specie, alla quale non saprei attribuire un significato cro-

dalla eliminazione di altri. (Si veda in proposito la mia nota « *Cavità rupestri simili alle Caldaie dei giganti* », in *Atti della Soc. ligustica di Sc. nat. e geog.*, vol. XVIII. Genova, 1907).

(1) *Comptes Rendus des Séances de l'Acad. des Sciences*, 1887, pag. 960.

(2) *Rendiconto del R. Istit. Lomb.*, serie 2^a, vol. II, Milano, 1887.

(3) *Boll. della Soc. Geol. Ital.*, vol. II, Roma, 1889.

nologico qualsiasi. Si tratta adunque di quaternario superiore o di recente.

Tenendo conto del fatto che, fra le conchiglie terrestri, non sono presenti forme proprie alle zone altimetriche più fresche ed umide della regione litorale, che tali conchiglie sembrano poco o punto alterate dal tempo, reputo più legittimo attribuirle ad epoca non lontana da noi, anteriore tuttavia alla sommersione verificatasi durante i tempi storici, lungo alcune rive della Liguria (1).

Abbiamo qui prova sicura che una spiaggia di qualche estensione sulla quale il mare accumulava detriti, scomparve recentemente per ablazione o per sommersione.

Depositi o meglio rivestimenti di sabbia rossastra d'origine eolica, simili a quelli del Capo delle Mele, ma meno estesi, si trovano presso Laigueglia, fra Cogoleto e Arenzano e in altri punti della Riviera di Ponente.

Nel Loanese il litorale risulta da monti formati di calcare dolomitico mediotriassico (M. Bavinella, M. Scotto, ecc.), i quali riposano sopra scisti cristallini e quarziti infratriassici. Dalle falde di queste formazioni le acque torrenziali, in ispecie quelle del Nimbalto, assai più copiose che non attualmente allo scorcio del periodo quaternario, asportarono grandissima copia di ciottoli e ghiaie in gran parte quarzosi, che diedero origine alla zona costiera pianeggiante.

Al di sotto della formazione ciottolosa si trova una ricca falda acquea largamente usufruttata per l'irrigazione dei frutteti e vigneti nel territorio denominato « I Gazzi », in vicinanza di Loano. Depositi più recenti, abbandonati dal Nimbalto e dalle acque di dilavamento, come pure sabbie marine, costituiscono il suolo di Loano e la spiaggia odierna, piccola protrazione nella quale si continua l'antica riva quaternaria. Meritano di essere menzionate, dal punto di vista delle acque sotterranee, le sorgive che scaturiscono alla base del calcare dolomitico, al contatto fra questo e gli scisti cristallini sottoposti (2).

(1) Convien notare eziandio, pel retto apprezzamento dei fossili raccolti nel rivestimento sabbioso del Capo delle Mele, che è qualche volta difficile distinguerli dalle spoglie calcinate dei molluschi viventi attualmente alla superficie della duna.

(2) Cenni sul piano alluvionale di Loano e sulle sue acque sotterranee

Notevole la fascia di fori di litodomi, alta non più di m. 6 sul livello marino, già da me segnalata sulle pareti e sulla volta della caverna di Bergeggi (1), mentre il suolo della medesima reca segni evidenti di sommersione.

Ricorderò qui, senza ripeterne la descrizione, come a levante dell'abitato di Cogoleto, di contro alla villa Durazzo, e più oltre in vari punti della riva, specialmente presso lo sbocco occidentale della prima galleria ferroviaria che s'incontra procedendo verso levante, si veda addossata alla ripida falda montuosa di scisti cristallini o di serpentina, che costituisce la sponda marina, un conglomerato ghiaioso e ciottoloso di cui rimangono pochi lembi, i quali, situati presso la villa Durazzo a non più di m. 6 sul livello del mare, raggiungono più innanzi la quota di m. 16.

La stessa formazione, che accusa un'antica spiaggia marina, si trova pure nelle adiacenze di Voltri, a ponente della città, ed esiste probabilmente altrove, coperta dalle costruzioni o nascosta dai muri di cinta e di sostegno. In altri punti essa fu verosimilmente asportata dalla ablazione, che continua ad esercitarsi con grande energia lungo le due Riviere.

Le perforazioni dei litodomi, alle quali attribuisco scarso valore come segni di mutamenti nei livelli rispettivi del mare e della terra emersa, quando risalgono ad epoche riferibili all'era terziaria ed appariscono irregolari e rade, sono invece da tenersi in buon conto, io credo, quando si riferiscono a tempi posteriori, e si vedono in gran numero entro zone ben limitate. È il caso di quelle che segnalai nella riva del porto di Genova a Santa Limbania, inferiormente alla antica chiesa di San Tommaso, ora demolita. Esse formavano nel calcare eocenico una fascia orizzontale, di circa m. 1.08 di larghezza, ben manifesta per una quarantina di metri, a circa m. 7 sul livello medio del mare.

Prima che l'antica ripa fosse distrutta per la costruzione delle nuove calate, ne tolsi un grosso campione foracchiato, che tutt'ora si conserva nel gabinetto di geologia della R. Università. I fori

furono forniti da Daubrée nella sua opera: *Les eaux souterraines à l'époque actuelle, ecc.*, Paris, 1887 (I, pag. 45), e li ebbe in comunicazione dallo scrivente, ma per inavvertenza li attribui invece al Giordano.

(1) *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi*. Genova, 1883. — *Liguria geologica e preistorica*, vol. I, pag. 81. Genova, 1892.

sono piuttosto ampi, ben conservati e vuoti; non vi si scorge cioè alcun residuo della conchiglia.

Nel 1895 il prof. Giovanni Capellini segnalò l'esistenza di una breccia marina quaternaria, da lui designata coll'espressione di *Rubble-drift*, nel lato occidentale dell'Isola Palmaria, e precisamente sulle rive della Cala Grande. « Il *Rubble-drift*, scrive il geologo precitato, maschera le rocce in posto ovunque non sono tagliate a picco e nella parte più bassa presenta la sua maggior potenza e sviluppo. Salendo o, dirò meglio, arrampicandosi dalla parte centrale della Cala grande per arrivare al semaforo e cioè fino a m. 200, non si abbandona mai il *Rubble-drift*, i cui elementi però si fanno sempre più minuti, e in alcuni tratti i frammenti o schegge di calcare con i loro angoli e spigoli poco o punto smussati ricordano quanto possa essere giustificato anche il nome di *Angular-drift* che in alcune località fu ad esso applicato dai geologi inglesi » (1). Questa formazione è sovrapposta all'erta scogliera di calcare dolomitico, alla quale per rovesciamento sono addossati strati di calcare nero fossilifero retico.

Capellini inferisce dalle sue osservazioni che la catena orientale del Golfo della Spezia fu probabilmente in parte e temporaneamente sommersa per più di duecento metri della sua altezza attuale, durante il periodo paleolitico, che è quanto dire alla fine del quaternario. Egli aggiunge che nelle fenditure e nelle piccole caverne delle masse dolomitiche, occupate da breccia grossolana con terra rossa e frammenti d'ossa, furono rinvenute più volte selci scheggiate, analoghe a quelle ben note scoperte nella grotta dei Colombi, e che solo gli fu dato raccogliere qualche selce lavorata in prossimità della attuale stazione semaforica.

A siffatte conclusioni si oppose il dott. Regalia, avvertendo che, se fossero conformi al vero, in tutto l'ambito del Mediterraneo, da una certa altitudine in giù, non dovrebbe esistere caverna o spaccatura contenente depositi quaternari ossiferi, eccetto i rari casi di cavità a foggia di pozzo, ciò perchè il moto ondoso esercita potente azione escavatrice sui materiali debolmente concreti delle brecce ossifere e spelee. Troviamo invece, soggiunge,

(1) CAPELLINI G., *Rubble-drift e breccia ossifera nell'Isola Palmaria e nei dintorni del Golfo della Spezia*, Bologna, 1895.

che tali caverne e spaccature sono frequenti lungo i lidi della Liguria, anche a pochi metri sul mare (1).

Per quanto si riferisce alla grotta dei Colombi, Capellini ammette che fu solo abitata dopo la riemersione, durante l'età madaleniana, che è quanto dire durante il quaternario superiore, e posteriormente, il che vien dal suo contraddittore oppugnato; ma per conto mio non ravviso in questa stazione preistorica caratteri paletnologici e paleontologici che accennino a fase più antica del sopraquaternario.

Ansioso di verificare le osservazioni di Capellini, che costituirebbero per la Liguria esempio di sollevamento eccezionale, visitai due volte la Palmaria, durante l'estate del 1908, ma non potei rintracciare nell'isola alcun deposito marino quaternario, superiore al livello abitualmente raggiunto delle onde (2).

Prescindendo da alcuni piccoli ciottoli, da me veduti nelle adiacenze del Semaforo e a pochi metri al disotto di questo, ciottoli di calcare bigio o d'arenaria, simili ad altri sparsi lungo la via rotabile, e che sono residuo di quelli altra volta accumulati dall'uomo per servire alla costruzione delle batterie e delle caserme, osservai qua e là frammenti di calcare bigi, rosei o anche variegati, talvolta incrostati di quarzo, i quali, quantunque arrotondati o almeno ad angoli e spigoli smussati, non furono logorati da vera fluitazione, ma da erosione meteorica o dalle acque di dilavamento. Essi trovansi nel terriccio superficiale, che per piccoli tratti costituisce il suolo e s'interpone tra gli affioramenti rocciosi, e ritengo che non sieno elaborati dal mare.

Non credo che il calcare roseo o vinato sia proprio all'isola, e suppongo che dalla vicina terraferma, ove si trova in posto, sia stato trasportato dalle acque di dilavamento alla Palmaria, quando questa era una propaggine del promontorio di Portovenere, prima perciò che fosse formato lo stretto, il quale, come si vedrà in seguito, si allarga rapidamente per fatto del moto ondoso.

La formazione descritta sotto il nome di *Rubble-drift* risulta

(1) REGALIA E., *Il Gulo borealis nella Grotta dei Colombi*, in *Processi verbali della Società Toscana di Scienze Naturali*, adunanza del dì 5 luglio 1896.

(2) Sappiamo che i segni più alti e veramente sicuri di livello marino quaternario raggiungono solo 25 m.

a parer mio da detrito di falda cementato, analogo ad altri lembi distribuiti alla base e lungo i fianchi dei monti dolomitici delle Riviera di Ponente.

Si tratta di frammenti di calcare dolomitico nerastro, e di calcare marnoso lionato (questi in scarso numero), frammenti quasi sempre a spigoli ed angoli vivi, tenacemente cementati da calcite concrezionata, depositata da acque filtranti, la quale in alcuni punti costituisce anche rivestimenti stalattitici e adunamenti cristallini. Il detrito di falda diede origine a lembi irregolari, che da circa 150 m. d'altitudine, scendevano quasi fino al mare: dico scendevano perchè, alla parte inferiore e in prossimità della riva, furono profondamente attaccati dalla erosione marina, e perciò si terminano ora in tronco e con pareti a strapiombo, immediatamente sopra il livello raggiunto dalle più alte mareggiate. È probabile che in passato l'esistenza di una spiaggia, ora scomparsa, avesse per effetto di proteggere dall'impeto delle onde la base del rivestimento breccioso.

Dalle carte e dalle sezioni geologiche rilevate nei territori che limitano il golfo o meglio la baia di Spezia (1) risulta omai ben chiara la costituzione del promontorio occidentale, essenzialmente costituito dal fianco ovest di un anticlinale erosa, che comprende galestri e macigni eocenici, scisti e calcari marnosi sopracretacei, calcari con selce infracretacei, diaspri e scisti titonici, scisti varicolori, scisti a *Posidonomya*, calcari ammonitiferi ed altri liassici, calcari dolomitici, calcari ad *Avicula contorta*, calcari grossolani retici.

E noto che la porzione terminale di esso promontorio, avendo subito intensa torsione, ci presenta la serie stratigrafica invertita.

La volta sprofondata di detta anticlinale costituisce l'addentramento, e la frattura che limita lo sprofondamento da S.O. a S.E. è segnato da una serie di sorgenti o polle e di *sprugole*, spiragli simili a doline che mettono in comunicazione colla superficie le cavità in cui circolano le acque sotterranee.

Assai più complicata è la struttura del promontorio orientale,

(1) CAPELLINI G., *Carta geologica dei dintorni del Golfo di Spezia e Val di Magra inferiore*, 2ª ed., 1881. — *Note esplicative della stessa*, Genova, 1902.
CANAVARI M., *Contribuzione alla fauna del lias inf. di Spezia*, Firenze, 1888.

in cui ravviso i resti di altra piccola anticlinale scompaginata da rigetti, che mettono a contatto le quarziti e le anageniti triassiche e gli scisti giurassici cogli scisti e le arenarie eocenici, anticlinale il cui dosso eroso culmina al monte Rocchetta (m. 415). Ad oriente la bassa valle della Magra ci offre una antica sinclinale sprofondata, in gran parte occupata da sedimenti miocenici, pliocenici e quaternari. A monte di Sarzana, specialmente sul torrente Falcinello e a Santo Stefano Magra, si trovano lembi di quel conglomerato pliocenico che si manifestò tanto ricco di vertebrati fossili ad Olivola nel comune di Aulla.

Io tengo per fermo che al principio del quaternario, forse anche in tempi precedenti, l'alveo della Magra essendo assai più alto perchè meno escavato dalla erosione, il corso d'acqua sfociava nella baia della Spezia, attraverso al promontorio orientale almeno per due vie, una delle quali, a N., corrispondeva al canale di Bottagna e agli Stagnoni, superando una soglia, ora non più alta di m. 105 sul mare, e l'altra, a S. seguiva la depressione della Quercia presso Barcola (95 m.), e sboccava probabilmente nel seno di Lerici. Questo antico ramo della Magra si prolungava forse lungo la falda del Monte Falconara fino alla Punta di Santa Teresa, e con ciò si spiega a parer mio il ritrovamento di copiose ossa di ippopotamo nella breccia ossifera di quel piccolo capo (1).

Lo sfociare della Magra nella baia della Spezia era senza dubbio determinato da che i colli miocenici di Caniparola si estendevano allora nella direzione di Amelia, facendo argine al procedere delle acque nella direzione che assumono attualmente.

IV.

TEMPI RECENTI

Le notizie che potei raccogliere intorno ai recenti spostamenti della riva del Nizzardo e nel Monegasco sono scarsi. In tesi generale si può asserire che il mare tende ad avanzarsi, tranne alle

(1) CAPELLINI G., *Breccia ossifera della caverna di Santa Teresa, nel lato orientale del Golfo di Spezia*, Bologna, 1879. — *Caverne e brecce ossifere dei dintorni del Golfo di Spezia*, Bologna, 1896.

foci del Varo e del Paglione, e il fenomeno ha i consueti caratteri dell'ablazione provocata dal moto ondoso.

Il Varo è uno dei corsi d'acqua che trasportano più copiosi detriti, specialmente ghiaie. Alla sua foce i depositi, disciplinati da dighe, determinano un interrimento continuo che si estende con notevole rapidità ai due lati, come lo dimostra il confronto fra le antiche e le recenti mappe topografiche della regione. Senonchè ci mancano in proposito gli elementi necessari per tradurre il fenomeno in cifre. Simultaneamente al protrarsi della riva si vanno estendendo a mezzogiorno della foce del Varo i bassi fondi, massime verso ponente.

Gli osservatori, fra i quali Chambrun de Rosemont e Mader, notano che la riva è assai poco mutabile nella parte in cui sfocia il Paglione, il quale è ora limitato nella sua parte terminale da alte dighe e fu impinguato di un ramo della Vesubia, allo scopo di mantener sgombro il suo alveo fino al mare. Se alla foce di questo corso d'acqua si produce qualche interrimento, esso è ben presto distrutto dal moto ondoso. Oltre ciò, l'opera dell'uomo tende costantemente a mantenere libero il corso delle acque, quindi ad impedire la formazione di nuovi depositi.

Risso accenna, nella sua opera sulla storia naturale dell'Europa meridionale, a ruderi sommersi alla foce del Varo, verso oriente, cioè sulla spiaggia di Carras; ma si tratta probabilmente degli avanzi delle antiche saline di Nizza, in parte fondate sotto il livello del mare (Mader); nulla osta, d'altronde, a che il deposito di cui risulta la spiaggia sia soggetto a depressione per assettamento.

Ad ovest di Cannes-la-Bocca e al di fuori del tratto di litorale che è oggetto delle mie ricerche, vi ha una zona di spiagge emerse recenti, dalla quale, secondo una comunicazione epistolare del dottor Fritz Mader, il mare si sarebbe ritirato di quasi 1500 m. in 1200 anni. Dalla pianta catastale del 1809 si desume che da quell'epoca l'avanzamento sarebbe risultato di 75 m. Ma ciò non sarebbe da attribuirsi alla Siagne, che trasporta solo scarse torbe, e, secondo Mader, potrebbe conseguire invece da una lenta emersione, alla quale pur dovrebbero attribuirsi il piano di Frejus. Una torre romana nella parte meridionale della città, torre distante circa un km. e mezzo dal mare, era forse il faro del porto romano.

Lungo il litorale Nizzardo è scomparso il porticiuolo medioevale ad occidente del Castello, e fu sostituito dal porto odierno, artificialmente scavato ed ingrandito a più riprese, il quale è provvisto di valide difese erette dall'uomo contro l'impeto delle onde. La spiaggia artificiale del Lazzaretto, notevolmente scemata da alcuni anni, accenna in quel punto alla energia dell'ablazione marina.

Uno scoglio denominato Hette, emergente di contro a Eza, tra Monaco e Villafranca, era nel 1890 da ogni lato circondato dalle acque marine, ed è ora congiunto alla riva da un istmo di detriti, i quali provengono dagli scavi compiuti per l'allargamento delle gallerie della ferrovia litorale, che fu provvista di un secondo binario nel 1895.

Si tratta di uno dei tanti esempi di mutamenti nelle condizioni del fondo marino provocati da circostanze artificiali. Il dottor Mader, soggiunge che un altro scoglio prossimo a Beaulieu, noto col nome di Rompe-Talon, è facilmente accessibile a piede asciutto quando le acque sono basse e tranquille, mentre è circondato dal mare durante l'alta marea, e ciò da molti anni, porgendo così indizio di stabilità relativa nei livelli rispettivi della terra emersa e del mare.

Le condizioni morfologiche del territorio di Mentone, come pure delle ripe che si osservano appena attraversato il confine politico, accusano il regime della progressiva retrocessione, la quale si produce lentamente a spese dei calcari giurassici dei Balzi Rossi ed è più accentuata al Capo della Mortola, costituito di calcari marnosi nummulitici poco resistenti.

A ponente della città di Ventimiglia il lido, alto e ripido, è formato da una collina di sabbie e conglomerati pliocenici dal dorso arrotondato, la cui base è lambita dal mare. La forma di questa collina, i solchi paralleli diretti dall'alto al basso (più profondi alla parte superiore che non inferiormente), solchi che incidono a breve distanza l'uno dall'altro il versante marino, dimostrano in modo istruttivo come si tratti di ripa energicamente elaborata dagli agenti atmosferici (fig. 5).

Più innanzi, di contro all'abitato della città vecchia, la riva foggiate a balza scoscesa, ripete precipuamente i propri caratteri dalla erosione marina, la quale, scalzando alla base loro le stratificazioni orizzontali di conglomerati e sabbie plioceniche, pro-

vocò antichi scoscendimenti. Un masso precipitato da detta balza è il così detto *Scoglio alto*, rupe in forma di pinacolo, in cui gli strati, pressochè verticali, accusano il raddrizzamento che subì nella caduta (fig. 6).

A poche centinaia di passi a levante sbocca la Roia in un piccolo piano alluviale ghiaioso e sabbioso, da essa formato nella sua parte terminale. Il corso d'acqua è ora confinato presso la foce nel lato orientale del letto maggiore, e ha edificato in con-



FIG. 5ª — Ripa pliocenica elaborata dagli agenti atmosferici, a ponente di Ventimiglia. — (Fot. A. Pelloux).

tinuazione del margine del letto minore, verso levante, una diga ghiaiosa e sabbiosa che si protrae alquanto in mare perpendicolarmente alla riva (1910). Questa dimostra come la traversia dominante eserciti colà azione ablatrice meno energica che non in altre parti del litorale. Essa diga, d'altronde, non figura nella carta topografica dell'Istituto geografico militare rilevata nel 1879.

Oltre la Roia, la quale nel suo tratto terminale volge a levante, si trova una zona alluviale che accenna ad aumento della terra emersa, zona che si continua, allargandosi, fino alla Nervia, poi si riduce poco a poco in minori proporzioni fino alle adiacenze di Bordighera, ove subentra all'alluvione una tenace arenaria eocenica, per brevi tratti coperta di sabbie gialle plioceniche.

Questa zona è principalmente formata dai depositi della Roia, e solo per piccola parte da quelli della Nervia, cui si aggiungono i detriti dei rivi di Vallecrosia e Borghetto, nel tratto più orientale.

A Riva Ligure l'ablazione marina è rapidamente progredita negli ultimi vent'anni, massime verso ponente. Mentre un mezzo secolo addietro la spiaggia era tanto estesa da poter accogliere grosse barche da pesca tirate in secco, ora ciò non è più possibile, e le onde lambiscono le soglie delle abitazioni; alcune di queste, inoltre, sono sì gravemente minacciate dai marosi che convenne abbandonarle. Dal 5 al 9 dicembre 1909 una violenta mareggiata investì il litorale, distruggendo la massima parte della gettata



FIG. 6ª — « Scoglio alto », massa di conglomerato e sabbione pliocenico, precipitato sulla riva per effetto dello scalamiento determinato dalle onde marine, a Ventimiglia. (Fot. A. Pelloux).

costruita dal genio civile in difesa della spiaggia; le onde invasero alcune case salendo fino all'altezza del primo piano, e a stento si salvarono gli abitanti.

A Santo Stefano la via rotabile è bene spesso investita dal mare agitato, il quale costituisce un pericolo non lieve pei viandanti, e da ciò la necessità di urgenti riparazioni, che si renderanno sempre più dispendiose e frequenti, se non si ricorrerà all'espediente di trasportare la strada alquanto a monte. Anche le abitazioni sono omai mal sicure, come apparisce da una antica torre di guardia, proprietà del capitano d'Albertis, alla base della quale i marosi scavarono una gran nicchia.

Già mi occupai a lungo, in altri lavori, dei segni di recente retrocessione della riva, ben visibili presso Diano Marina.

La pianura sulla quale giace Albenga, e che lentamente si va

protendendo a spese del mare, è un deposito alluviale del Centa, formatosi in gran parte durante i tempi storici. S'intende di leggeri come le colline plioceniche attraversate da questo corso di acqua e dai suoi affluenti forniscano col loro sfacelo copiosi materiali. Le tradizioni, se non sicuri documenti storici, accennano alla antica sede degli Ingauni come a città marittima(1).

Il prof. Rovereto studiò con molta efficacia l'origine della pianura d'Albenga, e dimostrò la probabilità, direi quasi la certezza che il piccolo terrazzo visibile nella parte orientale della stessa pianura, e lungo il Neva a nord-est di Leca, presentando localmente una ripida soglia di oltre 5 m., sia dovuto in gran parte all'antico battente del mare. Dalle sue considerazioni è condotto ad attribuire la formazione della pianura d'Albenga postquaternaria ai materiali trasportati dalle correnti terrestri ed elaborati dal mare, riconoscendo eziandio le tracce di un abbassamento che è pure accusato dalla stratigrafia e dalle antiche costruzioni.

Cogli scandagli eseguiti alcuni anni or sono nel letto del Centa, a 12 m. a valle del ponte di legno della via provinciale, non solo si attraversarono depositi fluviali ad un livello inferiore a quello del mare, ma s'incontrarono ad oltre 12 m. sotto questo livello avanzi di costruzioni romane, fosse opere portuarie. Poco lungi, a m. 6.70 (sotto il livello marino) gli scavi compiuti per la costruzione del ponte della ferrovia misero alla luce cocci di fittili romani (2). A m. 7.70 non v'era che sabbia marina con moltissime conchiglie, tutte riferibili a specie viventi, le quali dall'aspetto si reputerebbero fresche.

Ho riferito nei miei precedenti lavori i segni di depressione del piano di Albenga, accusati da alcuni vetusti edifici e specialmente dal battistero e dal Ponte Lungo. Aggiungo oggi che il fenomeno appartiene indubbiamente all'ordine di quelli subordinati al progressivo assetto e al prosciugamento dei depositi alluviali, fenomeni che non mancano quasi mai presso le foci dei corsi d'acqua di una certa importanza, tanto nel caso in cui le bocche loro danno origine a delta, quanto laddove esse met-

(1) Dopo la sconfitta da lui subita sul Tanaro, Magone cartaginese, con numerose milizie, avrebbe salpato da Albenga per l'Africa, ciò nel 203 a. C.

(2) ROVERETO G., *Geomorfologia delle Valli Liguri*, pag. 71. Genova, 1904.

tono al mare per mezzo di estuari o mediante foci semplici o poco protratte, come nel Centa,

Nella carta geografica della Repubblica di Genova, a stampa, disegnata da Antonio Trinto e pubblicata nel 1608, carta illustrata insieme a molte altre dal prof. B. Frescura (1), « l'isola d'Albenga detta Galinaria » (*sic*) figura di forma presso a poco rettangolare, circondata da tre scogli situati a nord, sud ed ovest ora scomparsi.

Alcune borgate litorali (Cornigliano, Pegli, Arenzano) sono segnate nella stessa carta a distanza dal mare maggiore di quella cui si trovano attualmente. Ritengo che le accennate particolarità, che si riscontrano anche in parecchie altre carte più antiche, pur descritte nella memoria precitata, sieno dovute a mutamenti naturali e non ad imperfezione dei rilievi.

A Pietra Ligure, come in altri punti della Riviera, sembra che il dominio del mare sia stato più esteso che non al presente; si produsse in seguito un interrimento da cui ebbe origine gran parte della pianura litorale, mentre ai tempi nostri la spiaggia di nuovo indietreggia con pericolo dell'abitato. Pochi anni addietro sarebbe stata distrutta una gettata destinata alla protezione della riva.

La duna che ricopre, o meglio ricopriva, il fianco meridionale del monte Caprazoppa nel Finalese, fino all'altitudine massima di m. 90, costituisce esempio tipico di quelle che denominai « Dune d'ostacolo ». Essa ebbe origine allo scorcio del periodo quaternario e al principio del recente (infatti ricettava in alcuni punti reliquie neolitiche), ma, mentre per lungo tempo si mantenne in equilibrio perchè i venti la rifornivano, compensando l'azione demolitrice degli agenti atmosferici, da che cominciai ad osservarla e probabilmente fin da qualche secolo prima ha cessato di accrescersi, la spiaggia da cui era alimentata essendo straordinariamente diminuita. Anche i parapetti della via provinciale impediscono il rifornimento della duna. Ora essa è in gran parte distrutta per mano dell'uomo, che asportò in gran copia, per adoperarle nelle costruzioni e per altri usi, le sue sabbie silicee, dalle quali trae la denominazione di *Arene Candide*.

(1) FRESCURA B., *Genova e la Liguria nelle carte geografiche, nelle piante, nelle vedute prospettiche*, in *Atti della Soc. Ligustica di Sc. nat. e geog.* volume XIV, Genova, 1903.

Anche di contro a Finalmarina e a Finalpia la spiaggia va facendosi progressivamente più angusta.

Dal punto di vista della costituzione della riva, merita di essere segnalata la protrazione rocciosa, costituita di calcare dolomitico mediotriassico, che divide la spiaggetta di Spotorno a ponente da quella de' Bergeggi a levante, protrazione della quale un piccolo lembo, l'isolotto de' Bergeggi fu disgiunto in tempi lontani da noi (una zona di fori di litodomi situata a notevole

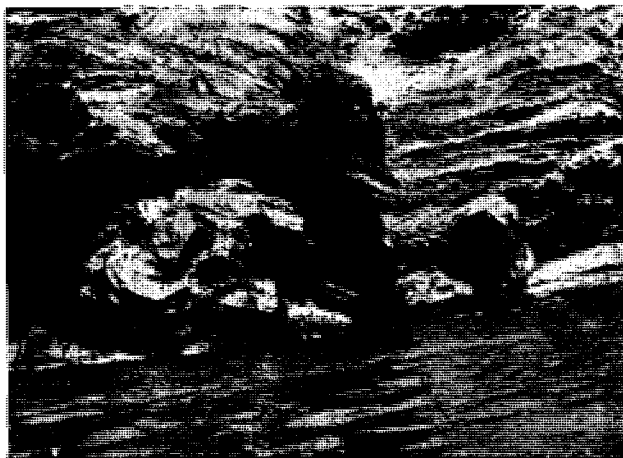


FIG. 7^a — Ripa di calcare dolomitico mediotriassico, scolpita dall'erosione marina tra Spotorno e Bergeggi.

(Fot. Gagliardi).

altezza sul mare lungo il lido occidentale, attesta che era già diviso dalla terra ferma alla fine del periodo quaternario). Essa presenta strati affetti da capricciose contorsioni, a curve stipate, rese più manifeste dalla erosione marina che, incavando i materiali più teneri, determinò la sporgenza dei più resistenti (fig. 7 e 8).

Subordinatamente, io credo, ad un rigetto che attraversa il lido di Bergeggi, il suolo sul quale è edificato il villaggio omonimo si manifesta instabile (1); in parecchi edifici, infatti, si osser-

(1) Questo rigetto pone a contatto, lungo un piano non molto divergente dalla verticale, diretto da ovest-nord-ovest a est-sud-est, quarzite infratriassico e calcare dolomitico medio-triassico. Secondo ogni probabilità, la massa rocciosa calcarea, situata a sud-ovest subì un avvallamento rispetto alla quar-

vano lesioni, e l'antica chiesa si dovette ricostruire perchè minacciava rovina. Allorchè fu costruita la ferrovia ligure, si resero necessarie opere urgenti affine di metter freno alle deformazioni che si producevano nella galleria di Bergeggi, a causa di un lento spostamento delle masse rocciose dalle quali è costituito il monte. All'uopo si praticarono numerosi cunicoli destinati ad evadere le acque d'infiltrazione, che erano da principio assai copiose.

Parecchie fratture verticali, dovute, verosimilmente, a pres-

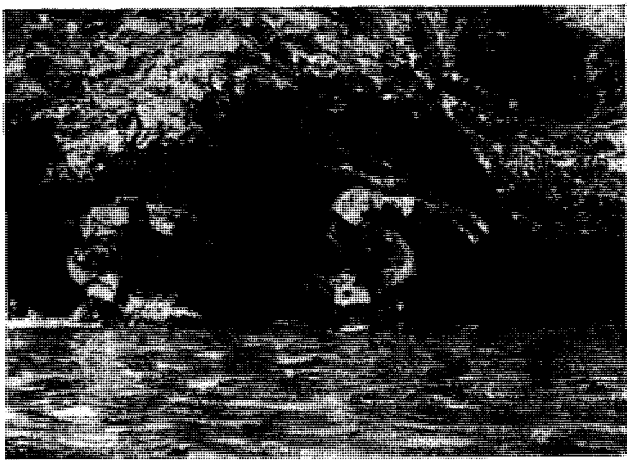


FIG. 8ª — Ripa di calcare dolomitico mediotriassico, a strati contorti, fra Spotorno e Bergeggi. — (Fot. Gagliardi).

sioni orogeniche, allargate dalle onde, si convertirono, lungo quel lido, in piccole caverne (fig. 9).

Presso la chiesetta di San Pietro, tra Albissola superiore e Albissola marina, si sarebbe rinvenuta ad una certa profondità nel terreno un'ancora di ferro, segno che in quel punto le acque marine lambivano pochi secoli addietro la sponda di un seno, ora interrato.

A levante del piano alluviale formato alla sua foce dal San-sobia, le rocce antiche, scistose ed ofiolitiche, sono ricoperte da

zosa, che si estende a nord-est, e siccome, a norma del piano del rigetto, la seconda apparisce soprastante alla prima, abbiamo qui eziandio un esempio di rovesciamento.

una zona di conglomerati ed arenarie oligocenici, estesa verso l'interno da 700 a 1300 metri, la quale costituisce la riva del mare fino al Capo Tanon a sud-ovest di Varazze, riva che non manca di qualche analogia con quella del Promontorio di Portofino, di cui ci occuperemo a suo tempo; ma quest'ultima essendo più alta ed anfrattuosa, assume un aspetto più variato e pittoresco.

Il conglomerato è poligenico, a cogoli di dimensioni assai di-



FIG. 9ª — *Contorsioni del calcare dolomitico ed escavazioni praticate dal mare nella ripa fra Spotorno e Bergeggi.* — (Fot. Gagliardi).

verse secondo i punti, d'ordinario assai irregolari e convertiti localmente in frammenti ad angoli e spigoli appena smussati. Vi predominano in qualche parte del territorio di Celle, pietre verdi, cioè serpentina, eufotide, diabase (?), in altri punti calcare dolomitico cinereo, calcare cristallino nerastro, quarzo; ma non vi mancano micascisto, scisto a glaucofane, diorite (?), diaspro.

Molte volte l'azione erosiva del mare asportò superficialmente la materia cementante, che è sabbia o limo, e lasciò sporgenti i cogoli; in altri casi la caduta dei cogoli diede luogo ad un gran numero di piccole cavità. Agli strati di conglomerato s'interpongono zone di arenaria grigia e verdastra, la quale, essendo inquinata da sali ferrosi recati all'esterno per opera delle acque di infiltrazione, assume localmente tinta bruna o rossastra.

La roccia clastica, d'ordinario poco resistente, per fatto del cemento friabile e grossolano, elaborata dalle onde marine e dagli agenti atmosferici, costituisce alte ripe, le quali abitualmente, escavate alla base, strapiombano e si sfasciano, formando una falda di scoscendimento a guisa di scogliera marginale, destinata a convertirsi in spiaggetta, per poi grado grado scomparire; da ciò il lento spostarsi della battigia a spese della terra emersa (fig. 10).

L'erosione marina si manifesta ovunque pel solco orizzontale profondo, che incide gli scogli, in corrispondenza del livello medio del mare e per le cavità a guisa di balme (*abris-sous-roche*) scavate dalle onde, immediatamente a levante di Celle.

Un altro effetto dell'azione erosiva del mare si ha nelle finestre perforate dal moto ondoso, attraverso il conglomerato. Una di queste passa da parte a parte la piccola punta della Casetta, tra Albissola e Celle (fig. 11); una seconda, più angusta, si apre a poche centinaia di metri a levante di detta punta,

Non mi fu dato di avvertire alcun antico livello marino emerso ben manifesto; ma segni evidenti d'erosione si avvertono su tutte le rupi litorali dilavate dai marosi e in ispecie sui due scogli caratteristici denominati: il *Baldacchino* e la *Carega* (la Soggiola), a ponente di Celle (fig. 12). Alla superficie superiore del secondo, da m. 2.50 a m. 3 (approssimativamente) sul livello marino, l'are-

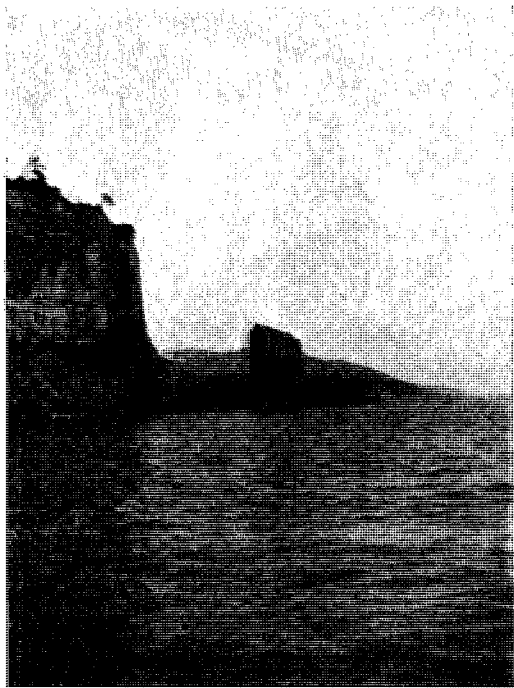


FIG. 10^a — « Il Baldacchino »
rupe di conglomerato oligocenico, situata a ponente di Celle.
(Fot. Alberto Issel).

naria è sparsa di cavità irregolarmente emisferiche, le quali ripetono la propria origine da un fenomeno non diverso da quello che determinò la formazione delle *Caldaie dei pigmei* a Bordighera.

Un'altra particolarità notevole si verifica in uno scoglio vicino detto in vernacolo *Ravieu*, masso di conglomerato e d'arenaria

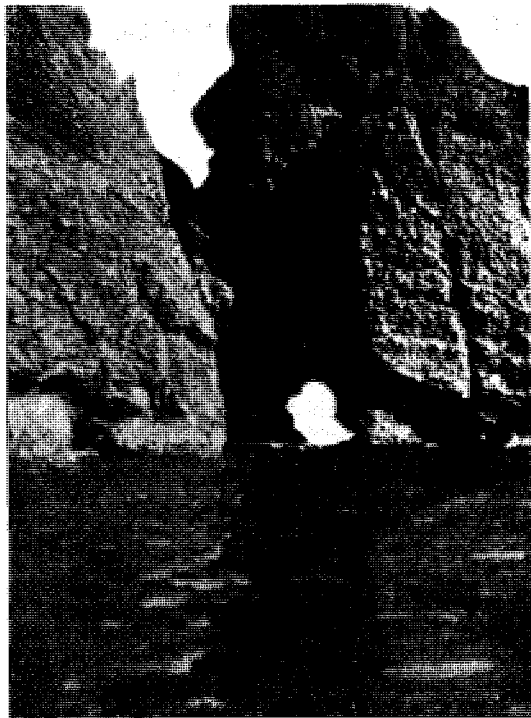


FIG. 11^a — Finestra attraverso ad una protrazione di conglomerato oligocenico, fra Albissola e Celle, veduta da ponente. — (Fot. Alberto Issel).

caduto dalla prossima ripa, per modo che gli straterelli di cui risulta, originariamente orizzontali, assunsero posizione quasi verticale: presso la superficie occidentale del masso, formato di arenaria calcarifera, ad elementi minutissimi, v'ha un'angusta zona variamente traforata e scolpita. Siffatta bizzarra alterazione della pietra consegue, se non sono in errore, dalla sua eterogeneità, subordinata alla inclusione di resti organici (per la massima parte

risultano di corpi cilindroidi, vermicolari, che ritengo residui di nullipore), atti a disgregarsi e a disciogliersi più agevolmente della roccia in cui sono contenuti, per opera del dilavamento dovuto alle acque salse, quando il mare è agitato.

Ove le parti più solubili ed erodibili sono più voluminose e prossime fra loro, l'arenaria passa alla condizione di una rete a larghe maglie rombiche; e nei tratti in cui queste parti sono più piccole e rade, ne risulta un traforo più o meno regolare, come

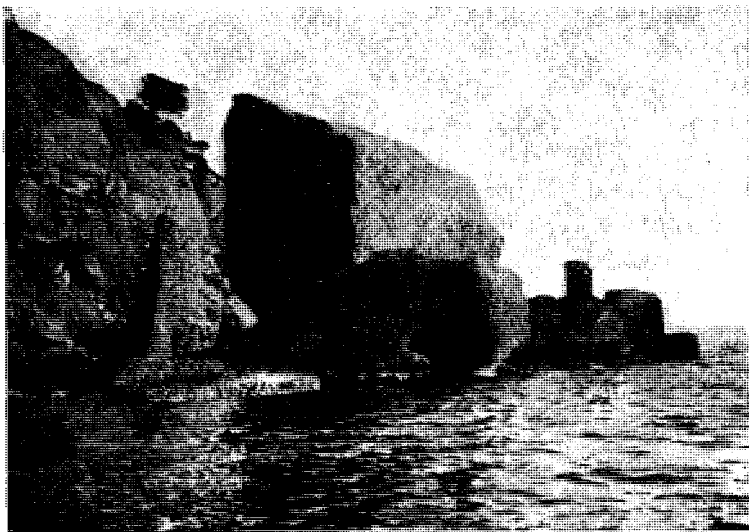


FIG. 12^a — « Il Baldacchino » veduto da mezzogiorno.
(Fot. Alberto Issel).

fosse prodotto da litodomi. In altre aree meno eterogenee si danno invece minuti forellini e scanalature, che somigliano a quelle fatte nel legno dagli insetti fitofagi, laonde, per similitudine, la pietra si può dire propriamente tarlata.

A Pegli esisteva, nel medioevo, una piccola cala che serviva di ricovero alle barche e forse a velieri di piccola mole, cala oggi interrata. La posizione che occupava è chiaramente indicata dalla denominazione locale di *Portigeu* (porticiuolo).

I vecchi di Sestri Ponente e di San Giovanni Battista, scrive lo storico ed archeologo G. Poggi, ricordano di aver visto sotto *Virgo Potens* gli anelli di ferro ai quali gli antichi sestrini lega-

vano le loro navi (1); ma convien diffidare di voci relative ad oscure e indeterminate tradizioni, piuttosto che a testimonianze degne di fede. Dall'ispezione dei luoghi apparisce però verosimile che allo scorcio del medioevo il mare occupasse ancora gran parte del territorio ora coperto dagli abitati di Sestri Ponente e San Giovanni Battista.

I fenomeni che ci proponiamo d'investigare, mentre sono essenzialmente d'ordine geologico e geografico, hanno eziandio applicazioni alla geodesia, alla quale importa verificare se, in qual grado e in qual modo la superficie delle terre emerse e l'idrosfera subiscono deformazioni, e che ha d'uopo di investigare le condizioni di stabilità dei caposaldi cui si riferiscono le sue misure. I geologi e i geografi possono raccogliere osservazioni che dimostrano la realtà di questi fenomeni, rispetto al passato, e valgono talvolta di sussidio per rintracciarne le cause; ma, per quanto si riferisce al presente, essi debbono ricorrere all'ausilio della geodesia, che possiede i metodi di misura necessari per apprezzare i più lievi mutamenti di livello.

L'Istituto geografico militare pubblicò nel 1889 i risultati di una livellazione geometrica di precisione, compiuta nell'Alta Italia e che comprende il perimetro chiuso: Genova, Spinetta, Alessandria, Moncalieri, Cuneo, Savona, Genova, e la linea: Savona, Ventimiglia, Ponte San Luigi; perimetro e linea livellati a doppio.

La livellazione è dedotta da un caposaldo O, ora scomparso, corrispondente però al caposaldo O' collocato sulla spalla sinistra della pietra di sostegno del mareografo stabilito dall'Istituto idrografico accanto al bacino di carenaggio. Risulta dall'esame delle curve mareografiche dall'ottobre del 1883 a tutto il 1886 che l'origine delle quote si trova al disotto del livello marino medio di m. 0.325. Senonchè questa è una cifra provvisoria.

Lungo la Riviera di Ponente furono collocati caposaldi:

- a) sul parapetto a valle del ponte di San Luigi (m. 47.13914);
- b) sulla facciata della casa doganale di Grimaldi (m. 84.42850);
- c) sulla stazione di Ventimiglia, propriamente sulla soglia della

(1) POGGI G., *Genoati e Viturii*, in *Atti della Soc. ligure di Storia patria*, vol. XXX, pag. 342, Genova, 1900.

porta a destra entrando nell'ufficio « Biglietti », verso il binario (m. 8.88462);

d) sulla chiesa parrocchiale di Diano Marina, primo gradino a destra della porta (m. 2.42949);

e) sulla stazione ferroviaria di Laigueglia, soglia della porta che si apre nella fronte presso la via provinciale (m. 4.60086);

f) sul fabbricato per il carico delle merci della stazione di Borgio Verezzi, sopra una pietra dello spigolo est (m. 5.87871);

g) sulla soglia della porta d'entrata in città, a levante, di Noli, a sinistra di chi entra (m. 2.79861);

h) sul terzo gradino della porta della chiesa parrocchiale di Spotorno, a destra di chi entra (m. 4.07694);

i) sulla soglia della porta di mezzo della stazione di Bergeggi (m. 27.571);

j) sul piano superiore della gradinata di fronte al teatro Chiabrera in Savona, presso la base della prima colonna e destra (m. 8.62446) (1);

k) sul gradino della porta d'ingresso al casino di ricreazione di Varazze, nella piazza del Beato Giacomo (m. 3.77052);

l) sul pilastro a sinistra del cancello della villa Centurione a Cogoleto, e precisamente sulla lastrina di marmo che porta scritta la parola « Villa » (2).

L'accennata livellazione, ripetuta dopo un certo numero d'anni, ci porrà in grado di chiarire i dubbi che ancora sussistono circa supposte variazioni altimetriche tra il livello marino e la terra emersa.

In mancanza di osservazioni geodetiche, pensai, molti anni addietro, di promuovere il collocamento di segnali in riva al mare, segnali che dovessero servire di caposaldi per accertare tali variazioni.

Accogliendo una mia proposta, la Sezione Ligure del Club Alpino italiano provvide fin dal 1884 al collocamento di un segnale in riva al mare, sullo scoglio Gabaia, a Sant'Andrea, nel

(1) Questo caposaldo fu collegato, con livellazione ordinaria, alla divisione m. 1.20 dell'idrometro del porto di Savona, quotata a m. 1,067 sopra lo zero provvisorio.

(2) ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, *Livellazione geometrica di precisione*, fasc. I, Firenze, 1889.

fondo Peirano, attualmente Raggio; e l'ing. Cesare Gamba si occupò di soprintendere al lavoro, facendo incastrare e murare in quel punto, a circa m. 4.50 d'altitudine, entro la diabase alterata, del promontorio omonimo, un parallelepipedo di granito ed altro di serpentina, i quali formano con la loro sovrapposizione una retta orizzontale che non può essere facilmente spostata o rimossa (1).

Disgraziatamente l'altitudine precisa di questa linea non si poté conseguire immediatamente, e sopravvenne il terremoto del 23 febbraio 1887, senza che fosse conosciuta con precisione. Sol tanto il 2 marzo successivo fu determinata dall'ing. L. Timosci in m. 4.665; e, siccome nel giorno e nell'ora dell'operazione il mareografo del porto di Genova accusava acque basse, inferiori cioè di 19 centimetri al livello medio (desunto però da soli tre anni di osservazioni), è da ritenersi che la cifra di tale altitudine fosse approssimativamente di m. 4.475.

Il prof. Augusto Sporeni, docente di topografia presso il regio Istituto tecnico Vittorio Emanuele II in Genova, assunse gentilmente, a mia richiesta, il compito di determinare *ex novo* l'altitudine attuale dell'accennata linea di livello, e, dopo diligentissime prove e controprove, eseguite con tutte le cautele suggerite dall'esperienza, ottenne il 5 luglio 1909 alle 8.15, la cifra seguente, che può ritenersi definitiva: m. 4.47, cifra la quale ridotta allo zero mareografico del porto di Genova, dedotto da 16 anni di osservazioni, equivale a m. 4.97.

Esso mareografo era collocato in un casotto ad ovest del bacino di carenaggio della Darsena, ed in vicinanza della porta del bacino stesso.

Le quote si riferivano alla faccia superiore della platina superiore del movimento di orologeria, ed indicavano di quanto, alle ore corrispondenti, il livello del mare fosse più basso dalla faccia suddetta. Tale faccia era di m. 0.096 più alta del caposaldo segnato con un circolo sul pilastrino di sinistra del mareografo, e di m. 1.305

(1) La piccola protrazione di diabase di cui si tratta, si trova all'estremità meridionale della zona ofiolitica eocenica, situata lungo la riva sinistra del Chiaravagna, zona che si estende dai pressi di Voltaggio al mare, in prossimità e a levante di altra formazione ofiolitica più antica (triassica).

più bassa della targhetta della livellazione di precisione stabilita contro una parete del casotto del mareografo, dall'Istituto geografico militare (1).

Il prof. A. Sporeni raggiunse l'accennata misura, dopo aver determinato con speciale livellazione l'altezza della retta di fede formata dalle due pietre del segnale sopra un punto della banchina del seno adiacente al Castello Raggio in m. 4.27, e in m. 0.20 l'altezza del medesimo punto sul pelo dell'acqua. Lo stesso osservatore m'informa che la retta di fede sopraindicata risultò a m. 2.58 sotto ad un punto della rotaia d'intradosso (binario in curva della vicina ferrovia), che trovasi sull'asse del ponticello sul Rio Colombara, e a m. 2.50 sopra la soglia base della spalla e sperone orientale di detto ponticello.

Il dì 21 agosto 1899, il compianto ing. Francesco Maria Parodi, cui io ero legato da stretti vincoli d'amicizia, collocò a Pegli, nella proprietà Durazzo Pallavicini, e precisamente alla base del piccolo promontorio dei Rapalli, un segnale destinato ad accertare lo spostamento della riva marina. Esso consiste in una targhetta di marmo (saldamente murata nella roccia, che è eufotide tenacissima), lunga m. 0.27, larga m. 0.15, nella quale è inciso un solco orizzontale, in cui fu colato piombo fuso.

Appena compiuto il collocamento, alle ore 9.45 del giorno accennato, il livello del mare, che era in bonaccia, si trovava a m. 0.62 sotto il piombo. Il 21 ottobre 1900, verificata l'altitudine della linea idrografica, risultò di m. 0.61.

La misura fu ripetuta il 17 luglio 1909, alle ore 7.40, con perfetta calma di mare, per incarico del predetto sig. prof. A. Sporeni, dall'ing. Enrico Rotondo, il quale ottenne questa volta m. 0.70 sul livello marino, con una differenza in più, adunque, di m. 0.09. Non si tenne conto della quota mareografica fornita dal mareografo di Genova in quel giorno e a quell'ora (m. 0.36).

(1) Il mareografo del porto di Genova apparteneva al tipo Thomson. Il movimento dei cilindri era regolato da un perfezionato congegno di orologeria con pendolo compensato a mercurio. Il pozzo del galleggiante del mareografo comunicava con l'acqua del porto per mezzo di un canale orizzontale sempre sommerso. Il rapporto tra il movimento della punta scrivente e quello del pelo dell'acqua era di 1 a 5. L'orologio si regolava sul tempo medio del meridiano dell'Europa centrale, e le ore si contavano da 0 a 24 da un mezzogiorno al successivo.

Un indizio di molto peso avvalora in Genova l'ipotesi della sommersione e venne fornita dal mareografo che funzionava nel bacino della darsena, invigilato dal personale del R. Ufficio idrografico. Lo stromento, quantunque collocato alcuni anni prima, fu posto in condizioni regolari solo nel 1884 e continuò a dare indicazioni fra loro paragonabili fino al 31 maggio 1910 (1).

Al principio del 1887 si verificò un periodo di acque straordinariamente basse, che fu da me attribuito ad un rapido sollevamento del fondo marino, il quale si sarebbe mantenuto nelle nuove condizioni durante alcuni mesi. Perciò parmi opportuno di tener conto solo delle medie fornite dallo stromento dopo il 1887. Ottenuta per cortesia del comandante P. Marzolo direttore del R. Istituto idrografico di Genova, una tabella di siffatte medie, fra il 1887 e il 1908, essa accusa m. 2.995 pel quinquennio 1888-1892, m. 2.996 per quello 1893-1897, m. 2.972 per gli anni compresi fra il 1898 e il 1902 e m. 2.562 pel periodo 1903-1907.

In conclusione, la media risulta superiore di mm. 1 a quella del primo, ma pei due successivi va diminuendo rispettivamente di mm. 23 e 33 (2).

Desumendo le medie dei quinquenni compresi fra il 1887 e il 1907 e tenendo conto della quarta decimale, si hanno rispettivamente, pei quattro quinquenni, le cifre seguenti: m. 3.0006, m. 2.9947, 2.9799, 1.9760, ciascuna delle quali risulta minore della precedente. La prima, inoltre, supera l'ultima di m. 0.0246, che accenna forse alla misura della sommersione durante l'ultimo ventennio.

Gli scavi seguiti in Genova nella piazza Caricamento, verso il 1886, per la costruzione del fognone, misero allo scoperto cantine di case medioevali il cui fondo era inferiore al livello del mare, accusando una sensibile sommersione; ciò secondo osservazioni del prof. Campora, R. ispettore dei monumenti per la Liguria. Ma non è dato verificare se il fenomeno dipenda, come è probabile, da assettamento locale o da altra causa.

(*Continua*).

(1) Da questa data l'apparecchio fu rimosso e cessò di funzionare.

Le correzioni introdotte da me in ordine all'altezza delle acque, in base alle curve mareografiche, sono riferite al livello medio, dedotto da soli 16 anni di osservazioni.

(2) Nel trascrivere le cifre comunicatemi dal R. Istituto idrografico non ho tenuto conto della quarta decimale.