

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI
1924

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

torno σ , l'integrale di superficie è nullo e la precedente espressione di T si riduce a

$$(23) \quad T = \mu \int_S \mathbf{r} \times [(\text{rot } \mathbf{v}) \wedge \mathbf{v}] dS.$$

Scende da questa che se il fluido *effettivamente* si muove, cioè non è identicamente $\mathbf{v} = 0$ in tutto lo spazio S , non può darsi che il movimento sia di tal natura per cui si abbia in ogni punto di S

$$(24) \quad \mathbf{r} \times [(\text{rot } \mathbf{v}) \wedge \mathbf{v}] = 0;$$

infatti in tal caso dalla (23) scende $T = 0$ e quindi $\mathbf{v} = 0$ in ogni punto di S , ciò che è contro l'ipotesi.

La (24) esprime che la velocità e il vortice sono ovunque complanari col vettore $\mathbf{r} = P - O$. Moti di tal natura (che, come abbiamo dimostrato, sono per un fluido omogeneo incompressibile, impossibili in un ambiente limitato, oppure in uno spazio illimitato ma in riposo all'infinito) costituiscono una categoria abbastanza generale che — per quanto io sappia — non è stata finora oggetto di particolare considerazione. Essa comprende, come casi particolari, i moti irrotazionali: per i quali $\text{rot } \mathbf{v} = 0$, e i moti elicoidali di Beltrami (¹), caratterizzati dal fatto che le linee di flusso coincidono colle linee vorticose, per cui $(\text{rot } \mathbf{v}) \wedge \mathbf{v} = 0$.

Geologia. — *Il grande « slittamento » delle masse calcaree secondarie dei monti Ausoni e Lepini sui terreni miocenici della Valle del Liri e della Valle Latina.* Nota del Corrisp. ing. SECONDO FRANCHI.

Fra i numerosi pozzi trivellati coraggiosamente eseguiti dalla Società « Petroli d'Italia » dal 1915 in poi nella bassa valle del Liri, tra S. Giovanni Incarico e Pico, il 1° è notevolmente produttivo fin da quell'anno, e l'ultimo, il 10°, compiuto mesi sono, dà la notevole produzione di litri 8000 al giorno, mentre alcuni hanno dato e danno piccole produzioni, ed altri sono risultati finora completamente sterili.

Anche questi ultimi però sono molto interessanti, sì dal punto di vista scientifico che da quello pratico, per la luce che essi recano sulla costituzione litologica e geologica e sulla struttura tettonica di quelle regioni, dove esistono così interessanti manifestazioni di petrolio e di bitume e alle quali sembra sia riservato un prospero avvenire industriale.

(¹) *Considerazioni idrodinamiche* [Rend. del R. Ist. Lombardo, vol. XXII (1889), pp. 121-130].

Fra quei pozzi sterili uno, quello scavato nelle vicinanze immediate di Pico, presenta un interesse singolarissimo dovuto al fatto che, essendo stato aperto nel terreno miocenico, costituente tutte le colline delle regioni basse, a soli 30 metri dal piede della montagna di calcari cretacei, esso arrivò alla profondità di m. 856 stando sempre nello stesso terreno, perciò senza incontrare il suddetto calcare che, per essere più antico, in condizioni normali doveva costituirne il substrato.

Da questo fatto singolarissimo e inatteso bisognava dedurre che la montagna, al disotto della superficie del terreno, non ha un profilo normale e che essa è, in parte almeno, *senza radici*. Per darcene una spiegazione si possono avanzare tre ipotesi diverse, supponendo cioè l'esistenza:

1°) di una grande frattura o faglia, la cui superficie separi verticalmente o con una certa pendenza verso mezzodi o verso ponente, i calcari dal terreno miocenico; e ciò con un salto enorme, non inferiore a 1200-1300 m.;

2°) di una grande piega anticlinale dei calcari cretacei, rovesciata verso nord sui terreni miocenici (*nappe du premier genre* di P. Termier);

3°) di un *carreggiamento* (*charriage*) o *falda di ricoprimento* dei calcari cretacei sul terreno terziario, per effetto di grandi spinte orogene-tiche tangenziali (*nappe du deuxième genre* di P. Termier).

L'ing. G. Grzybowski, il quale aveva studiata la regione petrolifera per conto della Società Petroli d'Italia, scelse la terza ipotesi come meglio rispondente ai fatti osservati, cioè quella del *carreggiamento* delle masse calcaree della destra del Liri sul Miocene, affermando che il Monte Leucio e gli altri minori, al pari di esso isolati in mezzo alla pianura, siano degli scogli calcarei *senza radici*, cioè *galleggianti* sul Miocene, quali relitti della erosione della coperta calcarea *carreggiata* continua (1).

L'ing. G. Grzybowski, oltre che sui risultati della profonda trivellazione di Pico, fondò la sua ipotesi sulla presenza entro a dei conglomerati miocenici (già indicati nelle Carte dell'Ufficio Geologico) nella vicina regione di Colle Grande, di blocchi di rocce cristalline, sconosciute e certamente non esistenti in posto, in tutto il bacino del Liri, e che dovevano provenire dalla *Tirrenide* (2). Quei blocchi difatti non avrebbero potuto giungere al punto in cui attualmente si trovano superando la grande muraglia calcarea, che ora separa la regione di Colle Grande dal mare.

(1) *Contributo agli studi sulla struttura geologica dell'Italia meridionale* (Boll. Soc. Geol. It., vol. XL, 1921, pag. 85).

(2) L'esistenza della Tirrenide, supposta da Forsyth Mayor in base ad osservazioni biologiche (Cosmos, VII, 1883), è poi stata ammessa da tutti i geologi (compreso il grande maestro Edoardo Suess) i quali si occuparono della geologia dell'Appennino; e le osservazioni che si possono fare sulla costituzione litologica del Miocene del bacino del Liri sono atte a dare una luminosa conferma di tale esistenza, al largo della costa pontino-circea.

Qui però è doveroso ricordare che l'ing. C. Viola⁽¹⁾ era giunto fin dal 1896 alle stesse conclusioni riguardo alle origini dei blocchi rotolati e delle sabbie di rocce cristalline, rispettivamente dei conglomerati e delle arenarie della Valle Latina, il che è stato ignorato dal Grzybowski, come pare sia sfuggito ad altri geologi. Però il Viola supponeva che la erezione della grande muraglia calcarea della destra della Valle Latina fosse dovuta ad una faglia inversa (1^a delle precedenti ipotesi), cioè ad una parziale, anziché ad una completa sovrapposizione, ossia ad un vero carreggiamento.

Nessuno può negare la grande importanza di questo argomento, a causa della dimostrazione lampante che esso ci porge, *che il deposito dei terreni miocenici che si osservano nella Valle Latina ed in quella del Liri è anteriore e non posteriore alla formazione di queste valli, e particolarmente alla erezione degli alti bastioni calcarei dei loro versanti di destra.*

Ora è facile intuire che se verrà dimostrato che essa corrisponda al vero, una nuova via si possa ritenere aperta alla interpretazione tettonica di molte altre parti dell'Appennino, e forse anche allargato il campo delle ricerche di petrolio. Donde la grandissima importanza scientifica e pratica dell'elegante quesito.

Conoscendo io un po' la regione, per avervi fatte alcune gite nella primavera del 1915, all'occasione del terremoto marsicano, mi sono persuaso che uno dei punti dove sarebbe stato possibile un primo controllo di quell'ipotesi fossero i dintorni di Falvaterra⁽²⁾; e senza averne nessun incarico, ma solo per soddisfare il mio vivo desiderio di farmi una convinzione personale sull'attendibilità di quella seducente ed importantissima ipotesi, io colsi l'occasione di un ritorno dall'Italia meridionale, per dedicare alcune ore (5-6) alla visita dei dintorni di Falvaterra e di Colle Grande.

I fatti osservati in quella prima località sembrandomi di grande interesse, io ne riferii subito in una brevissima Nota, senza occuparmi della bibliografia che non riguardasse il soggetto del ricoprimento⁽³⁾.

Il fatto principale da me osservato riguarda l'esistenza di una superficie di contatto meccanico pseudo-orizzontale fra calcari fratturati, con breccie e

(1) C. Viola, *Osservazioni geologiche fatte nella valle del Sacco in provincia di Roma e studio petrografico di alcune rocce* (Boll. R. C. G., 1896, pag. 4). Il Viola ha chiaramente affermato che la valle del Sacco è posteriore e non anteriore al deposito del terreno terziario che ne occupa il fondo, terreno assegnato all'Eocene, malgrado il ritrovamento da lui fatto, nei calcari di Ceccano, di una fauna prettamente miocenica con *Pecten Scabrellus*, studiata da Mayer-Eymar. Lo scambiare le Amphistegine per Nummuliti è un errore che si è ripetuto anche in tempi meno lontani.

(2) S. Franchi, *Sulla presenza di banchi di calcari con scutelle e con Amphistegina Niasi e di sedimenti planctonici nella formazione marnoso-arenacea della valle del Liri* (Boll. Soc. Geol. It., 1922, pag. 100).

(3) *Alcuni fatti a documentazione dei carreggiamenti della valle del Liri* (Boll. R. Uff. Geol., vol. XLVIII, 1920-21, n. 9).

specchi di frizione, i quali stanno sopra, e delle argille verdastre, che stanno sotto, inglobanti caoticamente ciottoli rotolati di rocce esotiche e frammenti di arenarie autigene. Un secondo fatto, pure molto significativo, il quale è conseguenza del precedente e ne costituisce armonicamente la conferma, è la rientranza, per circa 250 m., delle argille stesse nello stretto vallone calcareo. Un terzo infine è l'esistenza, a poca distanza dal vallone suddetto, di conglomerati con elementi di rocce cristalline esotiche, identici a quelli di Colle Grande. In quella Nota io citai altri fatti secondari, quali la *miolinitizzazione* dei calcari e l'ubicazione di fonti importanti lungo il limite inferiore di essi, pure riconoscendo esplicitamente, che essi potevano avere diversa interpretazione. Io concludevo quindi dichiarandomi favorevole all'ipotesi del carreggiamento.

Con una Nota pubblicata nei Rendiconti di questa Accademia (1) il chiarissimo prof. De Stefani, occupandosi del fenomeno tettonico in parola, dice che esso « *va escluso e non vi è alcuna traccia della sua esistenza* ». In questa Nota l'autore parla di osservazioni certo interessanti da lui precedentemente fatte (1902) sopra un lembo di Miocene con *Amphistegina* e sui depositi lacustri pleistocenici, fossiliferi presso Isoletta, osservazioni che saranno apprezzate al loro giusto valore da chi tratterà della geologia della regione in generale; ma egli non si occupa sufficientemente, a mio avviso, di dimostrare che la recisa affermazione della inesistenza del carreggiamento sia suffragata da fatti.

Mi sia permesso di ricordare ancora che gli argomenti principali finora adottati a sostegno di esso, lasciando da parte quelli secondari, sono:

- 1°) il profilo geologico del pozzo trivellato di Pico;
- 2°) la presenza di blocchi, ciottoli e ghiaie di rocce cristalline estranee al bacino del Liri e all'adiacente Appennino, nelle puddinghe e nei conglomerati di Colle Grande, di Falvaterra e di altri punti della Valle Latina;
- 3°) il contatto meccanico anormale fra calcari soprastanti e le argille sottostanti, con ciottoli esotici, nel vallone di Falvaterra;
- 4°) la penetrazione del contorno del Miocene per circa 250 m. nello stesso vallone, fatto questo che è intimamente legato, come già dissi, al precedente, del quale anzi è una conseguenza.

Ora, leggendo la Nota del prof. De Stefani, si viene a constatare, non senza meraviglia, che egli omette completamente di parlare di quel primo argomento, il quale era certo il più importante per il sig. Grzybowski, come lo è per me, e lo dichiarai nella mia Nota, e lo sarà per tutti i geologi che si occuperanno di questo bellissimo e grande quesito, e che è, per di più, quello dal quale certamente è nata l'idea del carreggiamento.

Io potrei senz'altro esimermi dal proseguire in questa mia risposta; ma vale la pena di esaminare come siano stati confutati gli altri argomenti.

(1) Questi Rendiconti, fasc. 1-2, 1923, 2° sem., pag. 4.

Quanto al secondo, quello della presenza di blocchi di rocce cristalline nei conglomerati, il prof. De Stefani, non avendo forse visitati quelli di Colle Grande, dove la loro interstratificazione nel Miocene è molto chiara, li ritiene come provenienti da qualcuno di « quella serie numerosa di vulcani, da quelli del Sacco a Roccamontina », o come elementi rotolati o come proietti (errore questo in cui già cadde il Branco), perciò sempre di origine quaternaria, mentre essi provengono indubbiamente da depositi miocenici.

E qui è opportuno osservare che l'ing. Viola, pure avendo studiato petrograficamente i materiali di tutti i vulcani della valle del Sacco (loc. cit., rocce leucitiche svariatissime e alcuni tipi di basalti) non ha mai pensato che esse si potessero confondere coi blocchi di *granito e sienite* o di rocce cristalline in genere, da lui pure osservati, come già si disse, in vari punti della valle del Sacco e alla vetta del Monte Caccume, a 1000 metri di altitudine.

Il terzo argomento si può dire non sia stato discusso, sebbene esso riguardi fatti molto chiari, anzi tangibili; e per il quarto il De Stefani ritiene che il terreno argilloso rientrante nel vallone di Falvaterra sia materiale depositosi orizzontalmente da un lago pleistocenico occupante, oltre la bassa Valle del Liri, buona parte della Valle Latina.

Io non voglio discutere se i depositi lacustri del lago, detto Lago Lirino da O. Ferrero, siano giunti fino a quell'altezza, ma posso affermare che le argille a struttura confusa « inglobanti caoticamente ciottoli perfettamente rotolati di rocce varie, tutte diverse da quelle dei monti circostanti, e frammenti di straterelli di arenarie policrome, talora diasprigne, che dovevano formare degli interstrati fra le argille del deposito primitivo » non possono rappresentare un deposito lacustre. Sulla stessa formazione io aggiungevo: « questi strati sono stati, per violento impasto del terreno, dislocati e rotti, con un fenomeno analogo a quello del *Wildflysch* dell'Eocene delle regioni alpine dislocate o carreggiate ».

Per quanto « mal pratico » io mi lusingo che nessuno mi vorrà credere capace di scambiare un terreno così descritto con un deposito lacustre.

Concludendo, io posso affermare, con tutta tranquillità, che il valore degli argomenti più importanti addotti a sostegno dell'ipotesi del carreggiamento avanzata dal sig. Grzybowski e di quelli con cui io credetti di appoggiarla non è stato intaccato colla Nota del chiarissimo prof. De Stefani.

Ed ora, dopo la discussione fatta e l'attento esame delle Carte inedite della regione, esistenti presso l'Ufficio Geologico, rilevate or son trenta anni, ma contenenti, sebbene incomplete, dati preziosi, io credo di poter affermare che l'esistenza della falda di ricoprimento in parola può essere dimostrata in due distinti modi: *a)* partendo dal solo profilo del pozzo di Pico e senza ricorrere all'argomento dei blocchi di rocce cristalline; *b)* partendo invece da questo argomento, e prescindendo dal pozzo di Pico. Proviamoci.

a) Si disse che per spiegare il profilo del pozzo di Pico, quando si vogliono escludere i due modi di ricoprimento indicati, del primo e del secondo genere di Termier, sia necessario ricorrere ad una enorme faglia inversa, cui corrisponda un salto di almeno 1000 e forse anche di 1300 metri. Ora, una così straordinaria superficie di frattura: 1°) sarà poco discosta da una superficie piana per una grande estensione; 2°) dovrà separare nettamente due regioni costituite da terreni di orizzonti molto diversi, e delle quali, nel caso nostro, una dovrebbe essere essenzialmente cretacea e l'altra esclusivamente miocenica; 3°) avrà una traccia caratterizzata da una più o meno larga zona di breccie con specchi di frizione, rocce milonitizzate, ecc. (1). Inoltre la regione calcarea, perchè portata in alto dal salto e perchè più resistente all'erosione, sarà in grande rilievo su quella miocenica.

Orbene, una sola superficie di contatto meccanico, passante pel piede del monte calcareo a tergo di Pico, può soddisfare a tutte le condizioni sopra indicate, ed è quella che ha per traccia la linea limite fra calcari cretacei e terreni miocenici; ma naturalmente il contatto meccanico non è più faglia, ma carreggiamento, e il salto si deve ora chiamare slittamento, e invece di 1300 metri potrà essere di parecchi chilometri e non minore di 4 o 5; e quella superficie perciò costituirà proprio la *superficie di slittamento* della falda di ricoprimento di cui si discute.

A conferma di quanto sopra si è affermato, un ristretto lembo di quella superficie con breccie e specchi di frizione è appunto visibile nel vallone di Falvaterra, così come io affermai nella mia Nota.

b) Per la seconda dimostrazione occorre sfruttare fino alle sue ultime conseguenze l'argomento dei blocchi esotici di rocce cristalline e la deduzione che ne traemmo, della conseguente posteriorità della formazione o incisione della Valle Latina rispetto al deposito del Miocene che ne costituisce il fondo, e specialmente della posteriorità, rispetto a questo terreno, dell'alta parete calcarea del versante destro e dei monti calcarei isolati, i quali ne sono stati separati dai processi di prolungata erosione. Questo fatto è molto evidente per i monti Oro e Mandrone, a levante di Pico, e per il gruppo allungato Campo Lupino-Monte Siserno, il quale, sebbene parte del suo versante destro, si mostra isolato tra la Valle Latina e i due rami dell'Amaseno Pontino, ed è circondato dal Miocene.

Mettiamoci sott'occhio le carte geologiche della regione (Tav. al 50,000 di Anagni, Carpineto Romano, Frosinone, Fondi, Arpino e Pontecorvo) e teniamo ben presente che il Miocene, che vediamo seguire in tutti i suoi complicatissimi contorni (con golfi profondi e frastagliati, come quello di

(1) Nell'Alta Valtellina, lungo una grande frattura, avente 30 km. di estensione e 300-400 m. di salto, la zona di frizione, al contatto di rocce calcaree e di rocce dolomitiche del Lias e del Trias medio, raggiunge 50 m. di potenza (S. Franchi, *Notizie preliminari sulla geologia dell'Alta Valtellina*. Boll. Soc. Geol. It., vol. XXX, 1911).

Pico, con promontori sporgentissimi, come quello di Monte della Guardia, con penisole allungate come quelle del Monte Nero e di Castro dei Volsci, e isole più o meno grandi) il piede dei monti calcarei, a causa della dimostrata sua anteriorità alla venuta di questi monti nella loro posizione attuale, non può ritenersi sia stato depositato come entro ad un fjord, come le apparenze farebbero credere. Allora noi dobbiamo necessariamente giungere a questa conclusione: che quel Miocene deve costituire il substrato di tutte quelle masse calcaree, che sono le ultime arrivate. Solo attraverso ad esse, per continuata erosione, esso venne messo allo scoperto ovunque: negli intagli stretti della Forma dell'Olivo e di Esperia, nello slargo di Pico, nei singolarissimi valichi di Castro dei Volsci e di Giuliano di Roma, i quali sono appunto scavati nel Miocene, lungo i due rami dell'Amaseno Pontino, che da quelli scendono, e nel lontano fosso di Montelanico (1).

L'armonia delle conclusioni tratte partendo da due ordini di fatti assolutamente distinti e indipendenti uno dall'altro, parmi sia sufficiente per darci la certezza assoluta della esistenza del ricoprimento o carreggiamento dei Monti Ausoni e Lepini, il quale perciò si può ritenere sia passato dallo stato di ipotesi a quello di fatto dimostrato. Le finestre tettoniche di Montelanico e dell'Amaseno ce ne danno la dimostrazione più intuitiva.

Riservandomi di darne più ampie documentazioni, io credo di poter concludere. Le grandi masse di calcari secondari, presentanti scoscese pareti nell'alto dei versanti di destra della Valle Latina, del Liri, dell'Ausente e dei due rami dell'Amaseno Pontino, sono state sospinte, per *slittamento* o *carreggiamento*, con una fronte di oltre 70 km., sopra i terreni terziari (miocenici) che ora ne costituiscono anormalmente il substrato, e che la prolungata erosione ha messo a nudo: nell'ampia insenatura Pico-S. Giovanni. Incarico, nella singolarissima *finestra tettonica*, a forma di V, dell'Amaseno e in quella molto ristretta, ma tipica, di Montelanico.

(1) Questa argomentazione sarà più facilmente capita in tutto il suo valore quando si abbiano sott'occhio le carte geologiche.