

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

Per questa e per la (17), dalla (16), integrando, si deduce

$$(20) \quad p = \int_{r_0}^r r \omega \Omega dr + c(t) \theta - \frac{1}{2} v^2 + U + \text{funzione di } t.$$

Questa definisce p , con che per mezzo della (2) e della (3) risulta determinata la distribuzione degli sforzi, quando sia noto ω (e quindi Ω).

È da rilevarsi che (se non è $c = 0$) p non è funzione uniforme, perchè quando una particella ritorna, dopo aver percorso l'intera circonferenza, nella primitiva posizione p risulta aumentato di $2\pi c$:

Si può concludere che sulla distribuzione degli sforzi può avere influenza (quando non è $c = 0$) anche il numero dei giri che la massa fluida ha effettuato attorno all'asse fisso a .

Geologia. — *Nuove osservazioni sulle falde di ricoprimento dei monti Ausoni e Lepini e del Preappennino campano-laziale.*
Nota del Corrisp. ing. SECONDO FRANCHI ⁽¹⁾.

Nel presentare la prima Nota su questo argomento, nella seduta del 13 gennaio u. s., allo scopo di dare nel modo più sintetico un'idea del grande slittamento dei monti Ausoni-Lepini, io dicevo che il suo fronte è costituito dall'alta e talora molto scoscesa parete calcarea che da Segni a Sgurgola, a Morolo, a Patrica, a Castro dei Volsci, a Falvaterra, a S. Giovanni Incarico e fin oltre Pico, nel versante destro della Valle Latina, si vede sovrapposta ad una regione bassa di terreni terziari, e che si può passare in rivista, stando in treno sempre a non grandi distanze, sull'estensione di circa 70 km. Quanto alla entità del movimento non mi era allora possibile di valutarla e dovetti limitarmi ad affermare che questo era almeno di 4 o 5 km. ⁽²⁾.

L'ulteriore esame delle carte geologiche della regione, rilevate molti anni or sono da Michele Cassetti ⁽³⁾ e qualche gita nei dintorni di Formia, mi permettono ora di indicare il minimo dello slittamento compiuto, che è di circa 25 chilometri, di segnalare altri reali ricoprimenti meno grandiosi e meno tipici, ma pure importantissimi per la riprova che essi ci porgono, che noi siamo in una regione di ricoprimenti (*pays de nappes*), di individuare estesissime linee di contatto anormale che hanno certamente grandissima importanza nella tettonica del versante tirreno dell'Appennino, e di accennare alla probabilità di altri importanti ricoprimenti.

⁽¹⁾ Presentata nella seduta del 2 marzo 1924.

⁽²⁾ Faccio ora una riserva che omisi di fare al titolo della precedente Nota, ed è che nello slittamento sono state convogliate delle masse di calcari terziari insieme a quelli secondari che le sopportavano, avendo i primi lo stesso comportamento dei secondi rispetto alle azioni meccaniche.

⁽³⁾ Inedite, esistenti presso il R. Ufficio Geologico.

Da quelle carte risulta chiaramente che l'alta parete calcarea, costituente il fronte di cui sopra si è detto, a levante di Pico, ha la sua prosecuzione a tergo dei monti Mandrone e Oro, i quali sono stati dall'erosione completamente da essa separati, mettendo a nudo lungo la Forma dell'Olivo e attorno e sotto all'abitato di Esperia il substrato miocenico. Oltre Esperia la suddetta parete, dalla falda orientale del M. Frammera (1175 m.), volge nettamente nella direzione sud nella falda orientale del M. Petrella (1533 m.), per Spigno Saturnio fino alla grande sorgente Capo d'acqua, la quale sgorga ai piedi del contrafforte sud-orientale del suddetto monte. Di qui la parete calcarea volge verso ponente, costituendo la falda meridionale di quel monte, a tergo degli abitati di Castellonorato e di Maranola, e quindi, in direzione sud-sud ovest, fin poco oltre Formia, dove il suo piede raggiunge il mare, e donde, diminuita di altezza, prosegue fino al promontorio di Gaeta. Questa meravigliosa continuità della parete calcarea, salvo le interruzioni dei due valichi dell'Amaseno e dei tagli di valli minori, stando sempre al disopra dello zoccolo di terreni miocenici per la estensione di oltre 100 chilometri, e, si noti bene, secondo tre principali orientamenti e, per di più, con numerose rientranze e sporgenze, costituisce, a mio avviso, da sè sola una bellissima ed esauriente dimostrazione dello slittamento, del quale io credo di aver dimostrata l'esistenza colla Nota dianzi citata, partendo da differenti argomenti.

Ed io ho provato un vero ed indimenticabile godimento, quando, in un limpidissimo mattino dello scorso gennaio, dalle alture di Sessa-Aurunca, ho visto, d'un solo colpo d'occhio, tutto il tratto della biancheggiante parete dallo spigolo del M. Frammera al Cape di Gaeta, sovrastare fin sopra Formia al basamento miocenico. Allora mi vennero in mente le parole colle quali il mio compianto maestro della Scuola delle Miniere di Parigi, Marcel Bertrand, scriveva dalla Provenza nel 1888, dando notizia della scoperta di una di quelle famose falde di ricoprimento: « Je crois que j'ai trouvé la solution; reste à la vérifier; ce sera peut-être long, mais si c'est vrai, c'est plus beau que Beausset, on pour mieux dire, ce serait la même chose, le Trias sur le Cretacé, mais sur une si énorme étendue que cela semble une fantaisie, dont l'idée ne peut venir qu'en dormant bien et rêvant »⁽¹⁾.

Tanto grandioso e bello e così inverosimilmente regolare e tranquillo⁽²⁾ questo ricoprimento dei Monti dei Volsci (ausonio-lepino), pur dopo il lungo

(1) Dall'elogio di Marcel Bertrand letto da P. Termier alla riunione della Società geologica di Francia nel 1907. Marcel Bertrand, il primo e più fervido seguace di E. Suess, dopo di aver affermato, fin dal 1884 con geniale intuizione, l'unicità della cosiddetta « doppia piega di Glaris », e data con stupefacente chiaroveggenza una cartina dei grandi ricoprimenti della Svizzera colla stessa breve Nota (Bull. Soc. géol. d. Fr. 3^e sér., t. XII, 1884), aveva chiarito nel 1887, ricorrendo ai ricoprimenti, quello che era detto « l'énigme de Beausset ».

(2) Tranquillità certo più apparente che reale, come è ovvio pensare e stando ad alcuni profili dell'ing. Viola; è però notevole la quasi assoluta mancanza di pieghe nella fronte o nel fianco da me visti.

e contrastato cammino sul Miocene, già certamente corrugato e sconvolto dal suo stesso avanzare verso l'anteterra (*avant-pays*) miocenica, che io avrei allora dubitato della sua esistenza, se non mi fossero stati presenti in tutto il loro valore probatorio: il Pozzo di Pico, il vallone di Falvaterra, i blocchi di rocce cristalline, le finestre dell'Amaseno e di Montelanico e quella grande realtà, che mi stava davanti, della parete calcarea, avvolgente da tre lati, l'immane zatterone calcareo secondario, come galleggiante sul Miocene.

Ma fortunatamente, oltre a tutte queste, ci sono ancora altre prove, e sono quelle che ci fornirà l'esame della regione attraversata dal Garigliano, essendo ovvio che un così grandioso fenomeno non possa essere isolato, ma debba invece essere stato accompagnato e preceduto, se non pure seguito ⁽¹⁾, da fenomeni, se non della stessa specie almeno della stessa famiglia; e l'esistenza del corteggio dei fatti secondari costituisce almeno la presunzione, se non la prova, del fatto o dei fatti principali.

D'altra parte si può preliminarmente osservare che noi siamo in una regione intermedia fra quella in cui, da un lato, si è sprofondato un continente, la Tirrenide, e l'altra dove un altro ne sorse, l'Appennino, con alture che dovettero di molto oltrepassare i 3000 metri; e noi possiamo domandarci se si possano verificare circostanze più propizie per la produzione di grandi ricoprimenti.

Ma veniamo ai fatti. Dalle citate carte geologiche appare che nel gruppo del Monte Maio, oltre l'angolo nord-est del grande ricoprimento, e tra questo e il Garigliano, esistono tre *lamine* lenticolari, di varia importanza, di calcari cretacei, con ordinata sovrapposizione di più o meno grandi banchi di calcari e quindi di scisti argilloso-arenacei del Miocene, *lamine* o *scaglie* l'una all'altra sovrapposte secondo superficie meccaniche poco inclinate, dirette all'incirca nord-ovest e con leggera pendenza sud-ovest. Almeno altre tre *lamine* o *scaglie* esistono nel gruppo del M. Camino, oltre Garigliano, analogamente, sebbene meno regolarmente disposte ed orientate, le quali vengono a contatto col cono vulcanico di Roccamonfina; sì che un tunnel tra Esperia e Mignano, della lunghezza di circa 25 Km. e avente leggera convessità verso sud-est, intersecherebbe le sei *lamine* sovrapposte di calcari cretacei e le rispettive superficie di slittamento basali. Siamo qui in presenza di una tipica *struttura imbricata* ⁽²⁾. Delle sei *lamine*, l'una sull'altra appoggiate, la superiore, di molto più grande, costituita da un grossissimo banco lenticolo-

(1) Non sarà facile decidere, anche in seguito, se lo scoglio del Capo Circeo sia un relitto della falda lepina o di una falda superiore arretrata, ovvero del retroterra sprofondato.

(2) Questa struttura è molto caratteristica e frequente nelle *regioni di falde*. Il sig. Cassetti ha riconosciuti i diversi contatti anormali, ma li indicò quali faglie verticali, contrariamente alla chiara indicazione dei limiti da lui segnati per le masse calcaree (B. R. C. G. anno 1896, p. 325 e 1897, tav. II, fig. VI).

lare di calcari cretacei, culminante al M. Maio, da due grossi banchi di calcari miocenici e da scisti argilloso-arenacei, a ponente di Ausonia, va a mettersi, in modo evidente, sotto al lembo nord-orientale (sotto M. Frammera) della grande falda ausonio-lepina. Fatto questo costituente un'altra bellissima prova, non solo della vera essenza di quest'ultima massa calcarea, ma per di più dell'altro fatto: che sotto di essa esisteranno altre falde o almeno dei lembi di ricoprimento (*lambeaux de recouvrement*) o *lembi di strappo* o *di trascinamento* (non letteralmente *lambeaux de poussée*). E si può così affermare che l'attento studio di questa regione limitata avrebbe potuto bastare per riconoscere la natura di falda di tutte quelle masse di calcari cretacei, e di prevedere quindi i risultati della trivellazione di Pico, i quali destarono invece tanta sorpresa. Ai suddetti lembi si potranno forse ascrivere le masse calcaree, a luoghi fortemente milonitizzate, dei pressi di Pontecorvo, di Case Cairo e del Liri, a nord di S. Giovanni Incarico.

Ma quella struttura per cui si dimostrano nel modo più chiaro le ripetute intercalazioni meccaniche fra calcari cretacei e terreno miocenico, ci fornisce al tempo stesso la dimostrazione più evidente, in armonia con quanto si vede in tutto l'Appennino, che gli attuali rapporti tra quei due terreni di così differenti età non corrispondono affatto a quelli che si avrebbero se il Miocene fosse stato deposto come in un fiord (latino-amaseno-lirino), il che cercai di dimostrare essere inammissibile nella Nota precedente (fasc. 2°, pag. 60), ricorrendo all'argomento dei blocchi di rocce cristalline inclusi nei conglomerati miocenici.

Dopo le nuove osservazioni, gli argomenti principali in favore del grande slittamento ausonio-lepino si possono così elencare:

- 1° Profilo geologico del pozzo trivellato di Pico;
- 2° contatto anormale col Miocene lungo la base della grande parete calcarea, in tutta la sua estensione e con tutti gli orientamenti, verso la Valle Latina, verso l'Ausente e verso mare nei dintorni di Formia, e in tutti i complicati risvolti e specialmente attorno ai monti Siserno, Mondrone e Oro, i quali dalla parete stessa già sono distaccati;
- 3° sovrapposizione, per slittamento, caratteristica, tangibile, dei calcari sul Miocene argilloso, caotico, nel vallone di Falvaterra;
- 4° finestre tettoniche dell'Amaseno, di Montelanico e di Pàstena;
- 5° struttura imbricata negli adiacenti gruppi dei monti Maio e Cammino, dimostrante l'esistenza di falde inferiori sottostanti alla grande falda ausonio-lepina;
- 6° blocchi rotolati ed elementi sabbiosi grossolani di rocce cristalline esotiche, rispettivamente nei conglomerati e nelle arenarie del Miocene (Colle Grande, Falvaterra, Valle Latina, M. Caccume, ecc.).

Di questi sei argomenti almeno quattro basterebbero, ognuno da solo, a dimostrare la reale esistenza del grande ricoprimento; io nutro perciò la

fiducia che tutti i geologi possano ormai farsene convinti, e assolvermi quindi dalla taccia di *carreggiatore* ⁽¹⁾.

Molto interessanti sono i dintorni di Cassino, come aveva giustamente intuito il Grzybowski esaminando appunto all'Ufficio Geologico i rilievi del sig. Cassetti, sì che egli, oltre all'avanzare l'ipotesi del ricoprimento, accennò all'assenza di radici nei monti calcarei Trocchia, Porchia, Cedro, ecc. e alla finestra tettonica di Terelle, a nord del M. Cairo. Io posso aggiungere che la finestra è anulare, a causa di un monte calcareo che le sta nel mezzo, il quale perciò dovrebbe essere, esso pure, senza radici. Un'altra finestra esiste probabilmente sotto l'abitato di Villa Santa Lucia, ad ovest di Cassino; tutti fatti ipotetici questi che converrà, ad ogni modo, controllare.

In una mia precedente Nota (Boll. Soc. Geol. It., 1822, pag. 101) ho accennato alla possibilità che la linea che separa le alte balze calcaree dal sottostante Miocene medio, nel versante destro dell'alta valle del Liri, tra Sora e Cappadocia, sopra la estensione di una quarantina di chilometri, sia la traccia di una faglia inversa o di una superficie di ricoprimento. L'analogia di tale versante con quello destro della Valle Latina è suggestiva, e la planimetria di quella linea mostra, fra due sporgenze, una forte rientranza di 3 o 4 chilometri in corrispondenza del Vallone dello Schioppo, per cui si potrebbe affermare che si possa trattare proprio di un ricoprimento, sebbene meno pianeggiante di quello ausonio-lepino. Ma sarà bene aspettare di vedere come si comporti tale linea nei suoi prolungamenti, da un lato, oltre il M. Midia, nel versante del Turano in territorio di Carsoli, e dall'altro, dove credo esista il suo proseguimento, nei dintorni di Casalvieri, Atina, S. Biagio Saracinesco e oltre, regioni in cui il contatto fra calcari e scisti argilloso-arenacei miocenici presenta pure evidenti i caratteri di un contatto meccanico. Questi controlli, che spero poter eseguire fra poco, insieme a quello del comportamento, rispetto ai calcari cretacei delle pareti della stretta valle del Rio Secco, degli scisti che ne riempiono il fondo, fino al Rapido, e lungo questa valle da S. Elia a Cervaro ecc., ci permetteranno di precisare la natura della grande linea unica di contatto anormale

(1) Mentre oltr'Alpi sono ritenuto poco tenero dei carreggiamenti, a torto certamente, avendo io descritto il primo di tali fenomeni in Italia nel 1900 (Colle di Tenda) e scritto, fin dal 1891, di numerosi *klippen* di terreni secondari fossiliferi, in pieno Eocene, nelle valli Roja e Argentina, analoghi a quelli dei Carpazi, non vorrei, al di qua, esserne creduto invece un cieco fautore, essendomi io per contro sempre opposto a quelle che mi parevano estensioni non giustificate od esagerazioni. Certo nessun geologo, che non voglia chiudere gli occhi e la mente per non subirne il fascino, può oggidi dubitare della grande base di realtà e di documentazioni le più ampie e inoppugnabili della trionfante teoria, e dei numerosissimi casi, ogni dì crescenti, della necessaria sua applicazione per spiegare la tettonica di molte regioni in quasi tutte le catene montuose del mondo. A tale necessità non poteva sottrarsi l'Appennino, come già risulta dal bellissimo ricoprimento descritto dall'ing. Lotti, nei monti di Spoleto.

che, occultata tra Sora e Casalvieri da terreni quaternari, si estenderebbe per almeno 80 Km., dal versante destro del Volturno al territorio di Carsoli, e di giudicare se veramente, come alcuni fatti farebbero fortemente sospettare, le due grandi masse calcaree, l'una profondamente incisa dal Fiume Rapido e l'altra culminante al Monte Cairo, a nord di Cassino, costituiscono una grande falda di ricoprimento divisa da un corridoio tettonico. E se ciò si verificasse, bisognerebbe giungere ad un'analoga conclusione rispetto alla grande massa di calcari cretacei con importanti lembi di calcari cristallini a pettini (Pizzo d'Eta-Rendinara) della destra dell'alto Liri, in perfetta armonia colle considerazioni dianzi svolte. Questi ultimi calcari potrebbero costituire un relitto della piega frontale della faglia inversa con forte rigetto o dell'eventuale ricoprimento.

Mettendoci per un momento da un punto di vista più elevato, noi possiamo dire che il grande slittamento dei monti Ausoni e Lepini, con almeno 70 km. di fronte e 25 di fianco, e i numerosi ricoprimenti minori, i quali ci danno una chiara dimostrazione della molteplicità e grandiosità del fenomeno tettonico, ci lasciano intravedere la probabilità che numerosi altri ricoprimenti, oltre a quelli or ora, in via di ipotesi, adombrati, si potranno un giorno riconoscere lungo il versante tirreno dell'Appennino, fra la Sabina e il Cilento. In questa regione sono nel terziario sviluppatissimi i conglomerati di rocce cristalline; e il grande scoglio di terreni secondari del Monte Bulgheria, attorno al quale sono stati riconosciuti contatti per faglia, potrebbe essere di natura esotica. Nel Salernitano, le numerose faglie indicate in un profilo attraverso il foglio di Campagna (¹), potranno forse essere sostituite, con maggior verosimiglianza, da faglie inverse, col riconoscimento di una struttura imbricata, originata da spinte dirette verso nord-est, contrariamente, qui come nella Campania e nel Lazio, alle direzioni indicate in un recente molto ardito schema tettonico della nostra penisola (²).

Abbiamo così: 1°) dimostrata, ancora per altre vie e nel modo più esauriente, la esistenza della grande falda di ricoprimento dei Monti Ausoni e Lepini, e indicato la minima misura (25 Km.) del suo slittamento; 2°) dimostrata inoltre la certa esistenza di falde sottostanti ad essa, le quali saranno in relazione con quelle affioranti nei gruppi dei monti Maio e Camino ai due lati del Garigliano, con una tipica struttura imbricata; 3°) indicate nuove estesissime linee di contatto meccanico, le quali potrebbero rappresentare le tracce di altre grandi superficie di ricoprimento, ma che, ad ogni modo, avranno grandissima importanza nella tettonica dell'Appennino, distando esse già di poco, nelle tratte più occidentali, presso Cappadocia, dall'asse di questa catena montuosa.

(¹) Vedansi i fogli 209 e 189 della carta geologica d'Italia al 100.000 ed i rispettivi profili.

(²) G. Rovereto, *Forme della terra*, vol. I, pag. 319.