

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIV.

1907

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1907

Geografia fisica. — II. *Applicazioni geologiche della Teoria elastica delle dislocazioni tectoniche*. Nota di LUIGI DE MARCHI, presentata dal Corrispondente T. LEVI-CIVITA.

1. *Deformazioni in una zona costiera*. — Dalle formole trovate nella precedente Comunicazione nell'ipotesi di due striscie sottilissime, l'una aggravata, l'altra alleggerita, si passerebbe facilmente, per il principio della sovrapposizione dei piccoli movimenti, alle formole più generali pel caso di un numero qualsiasi di rette parallele sollecitate, comunque disposte, purchè siano soddisfatte le condizioni dell'equilibrio rigido $\sum p = 0$ $\sum cp = 0$, dove con p si denotano le pressioni, positive o negative, e con c le distanze delle rispettive rette d'applicazione da una retta parallela considerata come asse delle y , la cui intersezione con un piano verticale qualsiasi, in cui basterà studiare le deformazioni, chiameremo *origine*.

Limitiamoci al caso di un sistema continuo di forze normali alla superficie, di cui le positive siano tutte da un lato e le negative tutte dall'altro lato dell'asse delle y e che vadano prima crescendo e poi decrescendo in valore assoluto col crescere della distanza, e in modo che siano soddisfatte le accennate condizioni. Questo caso risponde all'ipotesi della degradazione di un continente contiguo al mare, degradazione che è massima lungo una certa zona, e il cui prodotto viene depositato in proporzioni sempre crescenti prima sulla pianura e poi nel mare, dove vi è pure una zona di massima sedimentazione.

Le formole relative si potranno ottenere, in alcuni casi più semplici, per integrazione delle formole (5-7) della precedente Memoria; ma noi possiamo farci anche per semplice induzione una rappresentazione del modo in cui sono distribuiti gli spostamenti. Noi dovremmo infatti ripetere per ogni coppia di forze contrarie, applicate a punti situati l'uno da una parte e l'altro dall'altra dell'origine, le conclusioni della precedente Memoria e sommare gli spostamenti. Per ciascuna coppia, e quindi per la somma di tutte, sulla verticale dell'origine lo spostamento verticale è nullo, e il movimento è discendente dal lato della sedimentazione, ascendente dal lato della degradazione. *In superficie si ha la formazione di una grande sinclinale, o geosinclinale, dal primo lato e di una grande anticlinale, o geoanticlinale, dal secondo, i cui assi coincidono presso a poco colle linee di massima sedimentazione e di massima degradazione* (1). L'affondamento e l'ele-

(1) Si può obiettare che gli scandagli delle grandi fosse oceaniche non hanno rivelato che un esiguo strato di sedimenti a radiolarie e globigerine, ma, come vedremo,

vamento superficiali per 3, 4 mila metri di sedimento possono raggiungere parecchie migliaia di metri.

Lo spostamento orizzontale u in superficie è nullo, tranne che nella zona di applicazione delle forze, dove è costante, *vi è cioè in questa zona uno scorrimento traslatorio dalla geoanticlinale verso la geosinclinale.*

In profondità ogni coppia di forze determina una curva $u = 0$, che divide una regione profonda, dove la u è positiva (cioè diretta dalla geosinclinale verso la geoanticlinale), da una regione superficiale ed esterna, dove la u è negativa; questa curva ha la forma indicata nella fig. 2 (Mem. preced.), e interseca la verticale dell'origine nel punto A (centro di rotazione) ad una profondità che è circa un quarto della distanza delle due forze. Per le forze più vicine all'origine il vertice di questa curva è assai prossimo alla superficie. Nella somma degli spostamenti le aree delle u positive e negative particolari a ogni coppia danno origine, sovrapponendosi, a una curva risultante $u = 0$, il cui punto d'intersezione coll'asse delle s , cioè il centro di rotazione della massa, è assai più vicino alla superficie di quello rispondente alla coppia di maggiore intensità. Abbiamo quindi sotto la zona sollecitata uno strato relativamente non molto profondo, dove la u è negativa, mentre fuori della zona stessa questo strato cresce in profondità fino a diventare infinito. La u negativa è massima sulla verticale dell'origine, ma può presentare dei massimi secondari anche in altri punti su ogni orizzontale, e specialmente attorno alle zone di massimo sprofondamento e sollevamento.

Nelle zone più esterne, tanto da una parte che dall'altra della zona sollecitata, la componente verticale, discendente da un lato, ascendente dall'altro, diminuisce lentamente cosicchè uno strato orizzontale ivi non fa che inclinarsi lentamente, mentre si sprofonda o si solleva, verso l'interno dal lato della sinclinale, verso l'esterno dal lato dell'anticlinale.

2. *Dissimetria dei rilievi montuosi.* — Uno degli argomenti, su cui il Dana e il Suess ⁽¹⁾ maggiormente insistono per dimostrare la falsità della teoria del sollevamento, è la dissimetria di tutte le catene montuose, che presentano un pendio molto più ripido da un lato che dall'altro, e precisamente verso le grandi fosse oceaniche o verso le pianure o le grandi valli sprofondate. Così le Alpi verso la Valle del Po, l'Appennino verso il Mediterraneo, i Carpazi verso il piano Ungherese, gli Allegany verso l'Atlantico, le Rocciose e le Ande verso il Pacifico ecc. Questo fatto risponde al nostro concetto che le grandi dislocazioni orogenetiche rispecchiano deformazioni elastiche

queste fosse, tanto nell'Atlantico che nel Pacifico, rappresenterebbero il risultato di un processo già finito. Inoltre è a notarsi che nelle fosse è più intenso il processo di costipamento dei materiali, e che finalmente i depositi stessi organici possono nascondere la natura elastica del fondo.

⁽¹⁾ Vedi in particolare Suess, *Die Entstehung der Alpen*, Wien 1875, cap. II, III.

progressive, conseguenza del progressivo trasporto del materiale di denudazione delle terre emerse nei mari. Il massimo e più rapido dislivello prodotto da questi spostamenti si presenta infatti nella zona sollecitata, mentre al di là del massimo rilievo tutta la superficie si eleva, degradando dolcemente verso l'esterno e determinando quindi un gradiente molto più dolce.

Com'è noto, secondo Suess il processo orogenetico non sarebbe che una manifestazione della contrazione degli strati superiori della crosta terrestre, per effetto del raffreddamento del globo, contrazione che in alcune regioni si verifica più in senso verticale che orizzontale, in altre più in senso orizzontale che verticale; nelle prime si avrebbero aree di sprofondamento, nelle seconde aree di corrugamento e lungo le linee di separazione le pieghe sollevate si troverebbero a strapiombo sulle aree sprofondate, giustificando la ripidità del pendio assai maggiore da quel lato che non dal lato opposto, dove le pieghe andrebbero a morire gradatamente. A questa teoria si oppongono vari argomenti⁽¹⁾; mi basterà accennare al fondamentale, che cioè il raffreddamento terrestre, certamente lentissimo, non è sufficiente a spiegare i grandi dislivelli e la sensibile riduzione del raggio terrestre che sarebbe rappresentato dai corrugamenti orogenetici. Secondo un calcolo di Rudski⁽²⁾ un raffreddamento di circa 8° in un milione d'anni non darebbe al *massimo* che un abbassamento di 7,21 piedi. La teoria elastica non fa che sostituire a questa una causa più evidentemente effettiva.

3. *Formazione di pieghe secondarie e loro inclinazione.* — La teoria fu svolta nell'ipotesi che la crosta terrestre sia omogenea, isotropa e perfettamente elastica, mentre, come già si disse (Mem. preced., § 1), essa è costituita da strati di resistenza diversissima. Poichè le tensioni elastiche si trasmettono come in un corpo omogeneo (ibid., § 3), gli strati meno resistenti presenteranno spostamenti più accentuati, tanto in senso orizzontale che in senso verticale. Chiusi fra strati più resistenti essi si piegheranno come gli strati di stoffa nella classica esperienza di Hall. Tale corrugamento, che si svolge in modo molto lento, è reso possibile senza frattura evidente per le rocce elastiche dalla loro costituzione stessa, e per molte rocce compatte dalla plasticità relativa, per la quale esse, anche soggette a piccole forze, non obbediscono alla legge di Hooke, ma si deformano progressivamente (Mem. prec., § 1). Si comprende quindi che, continuando il processo di deformazione per ere geologiche, esse abbiano potuto per piccole deformazioni successive subire contorsioni molto complicate. Negli strati superiori più liberi di deformarsi il corrugamento sarà più regolare e darà origine a una serie di pieghe più regolari. Queste pieghe potranno essere ad asse verticale

(1) V. il mio *Trattato di geografia fisica*, Milano 1901, pag. 93.

(2) Rudski, *Deformationen der Erde unter der Last des Inlandeises* (Bull. dell'Acad. des Sciences de Cracovie 1899, pag. 171).

o inclinato comunque, ma anche nel primo caso esse tenderanno a rovesciarsi, per la diversa velocità che presentano a varia profondità negli spostamenti ulteriori.

Se consideriamo infatti una piega anticlinale formatasi dal lato della geosinclinale, ma nella zona di sollecitazione, sappiamo che lo spostamento orizzontale va crescendo col diminuire della profondità, essendo massimo alla superficie. La cresta dell'anticlinale si sposta quindi verso la cavità più che non si sposti la radice, e quindi l'asse andrà inclinandosi verso l'esterno del rilievo montuoso. Lo stesso dicasi di una piega sinclinale, la cui valle rimarrà indietro nello spostamento relativo, rivolgendosi sempre più la concavità verso l'esterno.

Analogamente dall'altro lato della catena in formazione, poichè lo spostamento orizzontale è nullo alla superficie e cresce colla profondità, le radici delle pieghe saranno spinte sotto la catena, mentre le selle anticlinali o le ali sinclinali rimarranno all'indietro, e l'asse delle pieghe andrà quindi sempre più inclinandosi verso l'esterno.

Questa inclinazione dell'asse sarà favorita anche dagli spostamenti verticali, che vanno crescendo, tanto da una parte che dall'altra, quanto più le masse si avvicinano alla zona di massimo elevamento.

Questa inclinazione predominante delle pieghe verso l'esterno è un fatto riconosciuto dai geologi (*).

4. *La regione prealpina.* — Chiamiamo regione prealpina (*Vorland* di Suess) la regione che si estende al di là del rilievo in formazione, e che, come si è detto, partecipa al movimento ascendente, ma con intensità che va lentamente degradando mano mano che ci allontaniamo dal rilievo stesso. Ricordiamo, come carattere distintivo di questa regione, che alla superficie lo spostamento orizzontale è nullo e va crescendo colla profondità, e tanto più rapidamente quanto più siamo vicini al rilievo, mentre a sensibile distanza da esso lo spostamento orizzontale si mantiene piccolo fino a grande profondità. Tutta questa regione quindi si eleva lentamente in blocco senza deformazioni

(*) Suess, *La face de la terre*, trad. franç. Paris, vol. I (1897), pag. 142: « cependant, Thurmann l'a depuis longtemps démontré pour le Jura et Heim lui-même en indique des nombreux exemples dans son grand ouvrage, l'observation nous apprend que, dans une région donnée, la majorité des plis sont déjetés dans un seul et même sens, et de telle sorte que la tête du pli est dirigée vers l'extérieur, et la pointe du synclinal suivant vers l'intérieur: dans la plus grande partie des Alpes, par conséquent, les anticlinaux font face au nord et les synclinaux regardent au sud. Cette circonstance donne l'explication de la règle énoncée par B. Studer, à savoir que les couches recourbées en C, dans les Alpes suisses, tournent leur concavité vers l'extérieur ». Non si esclude però la possibilità anche di pieghe rovesciate verso l'interno. Per es. una sinclinale aperta verso l'esterno può essere sollevata più alla punta che all'estremità delle sue ali e potrà quindi affiorare alla superficie coll'aspetto di un'anticlinale rovesciata verso l'interno (Doppia piega di Glarus).

notevoli, e, se la stratificazione è orizzontale, si manterrà tale anche nel sollevamento; in generale la massa conserverà quella condizione di corrugamento che ha assunto nel suo tragitto attraverso gli strati profondi.

Questa regione prealpina, superficialmente ferma (rispetto al moto orizzontale), si presenta quindi in aperto contrasto colla regione fortemente corrugata intorno al rilievo; le pieghe anticlinali di questa saranno rovesciate verso di essa, e anche sopra di essa. Ci si presenta spontaneo l'esempio notissimo del Giura piegato che si rovescia per estensione di chilometri sul Giura tavolare. Ma Suess ha messo in evidenza come questo contrasto si affermi lungo tutto il bordo settentrionale del sistema Alpino-Carpatico, il cui sviluppo verso nord è evidentemente influenzato dalla presenza di una serie di massicci arcaici, dal massiccio della Francia centrale alla grande pianura russa, contro i quali sarebbe andata a infrangersi la grande ondata del corrugamento alpino, generata da una spinta da sud. Questi massicci non sono altro che *penepiani* ⁽¹⁾ che subirono un sollevamento più o meno accentuato in epoca terziaria anche inoltrata, cioè contemporaneamente all'ultimo sollevamento alpino. Essi sono separati da zone più basse, perchè o erano tali anche prima del sollevamento generale, o rimasero indietro nel sollevamento stesso: in alcuni casi, come nella formazione della valle inferiore del Reno, e della bassura boema, siamo probabilmente nel secondo caso. Secondo la nostra teoria questo sollevamento recente sarebbe un corollario del sollevamento alpino dovuto alla formazione della fossa mediterranea; ma su estensione così grande non avrebbe potuto verificarsi senza rotture, che avrebbero dato origine a fosse non di sprofondamento, ma di minore sollevamento.

5. *Flessure, fratture e salti, scorrimenti (nappes de charriage)*. — Le rapide variazioni dello spostamento, sia verticale che orizzontale, potranno dare origine anche a pieghe monoclinali, a flessure, a scorrimenti di una massa sull'altra, e, quando la tensione superi il limite d'elasticità, a fratture, lungo le quali lo scorrimento potrà avvenire più facilmente. È più facile che flessure e fratture si verificino lungo piani verticali o molto inclinati, perchè la componente verticale della tensione (Mem. prec., § 3) è assai più intensa dell'orizzontale, ed è assai più facile che si verificino dal lato *interno* (verso la cavità), che non dal lato esterno del rilievo, poichè sul primo lato è più rapida la variazione della tensione. Questa conclusione risponde

(1) Questi *penepiani* a struttura corrugata sono dalla maggior parte dei geologi considerati come l'ultimo prodotto della degradazione subaerea di rilievi montuosi, che sarebbero stati *rasati al suolo*, come se una grande pialla fosse passata sulla regione. Difficilmente noi possiamo rappresentarci un processo siffatto subaereo; io credo che molti *penepiani* si formarono in profondità per lo scorrimento relativo delle masse l'una sull'altra lungo piani, come ne abbiamo un esempio nella *grande faille du Midi* nel bacino carbonifero del Pas de Calais (Suess. *Face de la Terre*, II, p. 183).

al fatto (1); mi basti citare il contrasto tra il versante meridionale e il settentrionale delle Alpi, e in particolare la rete di fratture periadriatiche, che i geologi austriaci avrebbero riscontrato nelle Alpi orientali, molte delle quali furono però dal Dal Piaz (2) risolte in semplici flessure con stiramenti.

In una piega anticlinale rovesciata l'ala inferiore, per gli spostamenti successivi, è spinta verso il rilievo più dell'ala superiore, se la piega è sul lato esterno, ed è spinta fuori dal rilievo meno dell'ala superiore, se la piega è sul lato interno (S 3). Il tetto della piega s'avanza quindi in ambedue i casi sul muro, dando origine alla *struttura embriicata* (3) rivelata da Gressly nel Giura, e constatata generalmente nella tectonica alpina.

Questi scorrimenti possono assumere dimensioni tali, specialmente in profondità, dove la massa è più plastica, e la piega può essere stirata in modo, che si spezzi. Allora per i successivi spostamenti la radice della piega, che si mantiene più aderente al rilievo, o è spinta verso di esso più della punta staccata, si allontanerà progressivamente da questa, che rimarrà isolata a distanza sempre crescente. Quando per il progressivo moto di sollevamento i due frammenti emergeranno alla superficie, la radice si troverà molto più elevata e a distanza dalla punta, la quale poserà come una massa esotica su terreno stratigraficamente indipendente. Questo processo può dare una spiegazione delle così dette *nappes de charriages*, *masse esotiche*, *klippen* studiate da vari autori lungo tutta la zona delle Prealpi settentrionali (4). È naturale che esse si incontrino di preferenza sul versante esterno, che ha subito un sollevamento generale, mentre il versante interno a non grande distanza dal rilievo si sprofonda, e quindi le selle staccate rimangono sepolte. Questa circostanza parmi provare che le masse esotiche non sono sciolte *superficialmente* (5) durante il sollevamento alpino, perchè in tal caso avrebbe dovuto essere più facile lo scivolamento lungo il versante più ripido, cioè verso l'interno, e dovrebbero quindi essere più frequenti da questo lato le masse esotiche.

6. *Intrusioni ed eruzioni vulcaniche.* — Nella rotazione generale della massa profonda attorno al centro A, che si trova a profondità di decine di chilometri, se da un lato le masse sedimentari vanno continuamente sprofonda-

(1) Suess, *Die Entstehung der Alpen*, pag. 53 e *passim*. — *La face de la Terre*, t. I, pag. 162 e seg.

(2) Dal Piaz, *Sulla tectonica dei monti fra il Brenta e i dintorni del Lago di Santa Croce*. Padova 1905.

(3) Suess, *La face de la Terre*, I, pag. 145 e seg.

(4) Vedi la recente Memoria di Haug, *Les Nappes de Charriage des Alpes calcaires septentrionales*, in *Bulletin de la Soc. Géol. de France* 1906, pag. 359 e seg.

(5) Termier P., *Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes*. Bull. de la Soc. Géol. de France, 1904, pag. 711 e seg. « *Je dois admettre un déplacement superficiel, une translation d'ensemble du pays dynarique sur le pays alpin* » (pag. 761)

dando, sotto la cavità, dall'altro lato si elevano delle masse sempre più profonde. Si comprende perciò come le catene, che hanno incominciato il loro sollevamento in epoca molto remota, presentino dei nuclei di rocce cristalline, le quali però in molti casi possono essere arrivate alla superficie in epoca relativamente recente. Si avrebbero in questo caso *intrusioni* di graniti, gneiss e scisti cristallini, anche entro sedimenti superficiali molto più recenti. Queste intrusioni possono essere favorite da una forza espansiva propria delle rocce cristalline medesime, che, sia per l'alta temperatura, sia perchè soggette a forti tensioni negative o di stiramento, che abbassino il punto di fusione (la t_{33} della Mem. preced., § 3 è ascendente, e decrescente in valore assoluto colla profondità sotto la regione in sollevamento), sviluppino abbondante copia di gas, o anche entrino in fusione. In questo caso la roccia può penetrare allo stato liquido e gassoso, spezzando gli strati superiori e diramandosi entro di esse con apofisi, come quelle p. es. osservate da Baltzer nel massiccio dell'Aar⁽¹⁾, o anche erompendo all'esterno in forma di eruzione vulcanica.

È noto che il vulcanismo attuale e più recente è limitato alle zone di recente dislocazione, e segue quasi esclusivamente le linee dei grandi rilievi montuosi, generalmente costieri. Molti vulcani posano sui rilievi montuosi (Ande, Rocciose, Caucaso, Appennino, Africa, Giappone), altri sono in isole non molto lontane dalla costa (Antille, Mediterraneo, Egeo, Antille orientali). Ma gli studi pazienti di Rudolph⁽²⁾ dimostrerebbero che anche la maggior parte delle eruzioni sottomarine si verificano lungo la zona circumpacifica e lungo la zona dei mediterranei, cosicchè si è portati a credere (benchè manchino documenti sufficienti per affermarlo) che anche le fosse di sedimentazione sono soggette a manifestazioni vulcaniche. Lo studio della distribuzione delle tensioni orizzontali, nel caso schematico, che la sedimentazione e la degradazione siano concentrate lungo strisce sottili, ci ha dimostrato che esiste una tensione nulla lungo il piano mediano al di sotto dell'asse di rotazione e lungo due falde di cilindro circolare che uniscono quest'asse alle rette di sollecitazione (Mem. prec. fig. 1). Lungo questa superficie complessa, la cui sezione ha presso a poco la forma di un Y a braccia concave verso l'alto, la roccia è stirata da tensioni orizzontali opposte, e lungo la gamba dell' Y sono anche opposte le tensioni verticali. Lungo questa superficie sono quindi più facili le fratture con distacco che aprirebbero lo sfogo al vulcanesimo sotterraneo, il quale troverebbe il suo sbocco in superficie nelle due zone sollecitate. Nel caso di una zona continua di sollecitazione, le condizioni saranno più complesse, ma la superficie di frattura avrà sempre una disposizione analoga, per la quale una frattura mediana diverge negli strati superficiali venendo a sboccare in due zone parallele verso la geoanticlinale e verso la

⁽¹⁾ *Neues Jahrbuch für Miner. Geol. u. Palaeont.* XVI Beilage-Band, pag. 292 seg.

⁽²⁾ Rudolph E., *Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen.* Beiträge zur Geophysik Stuttgart. Bd. I, II, IV. Vedi specialmente Bd. I, 3^e Abschnitt, pag. 226 e seg.

geosinclinale, determinando sulla prima una serie di vulcani subaerei, e nella seconda una serie di vulcani subacquei.

7. *Formazione dei bacini oceanici.* — Lungo il piano mediano, la cui retta superficiale definisce teoricamente la linea di costa, gli spostamenti e le tensioni verticali sono in senso opposto, e quindi lungo di essa sono più facili le fratture verticali con salto. La superficie si solleva da un lato e si sprofonda dall'altro a scatti, che possono spiegare i terremoti costieri, e danno origine a un gradino, dove inizialmente la superficie era in pendio continuo. Così si stabilisce un dislivello più rapido tra la regione sprofondata e la sollevata, che determina più nettamente il distacco tra il bacino oceanico e il blocco continentale.

Il processo ha però un limite. L'elevazione di un rilievo montuoso in immediata vicinanza del bacino oceanico arresta l'afflusso a questo delle acque continentali, determinando nuove linee di displuvio verso la regione prealpina. Si arresterà quindi lo sprofondamento nella geosinclinale primitiva, e se ne inizierà uno nuovo lungo un'altra zona che si sprofonderà in una geosinclinale nuova. Così vediamo che i principali fiumi alpini sono sul versante nord, quelli delle Rocciose e delle Ande sul versante est, il che ci direbbe che il processo di formazione delle geosinclinale mediterranea e circumpacifica è in fase decrescente o di arresto, e che è già iniziato un processo di nuovo approfondamento dell'Atlantico, verso il quale affluisce la grande maggioranza dei maggiori fiumi.

I grandi bacini oceanici, colle profonde fosse terminali e i rilievi centrali, si possono spiegare come prodotti dalla sedimentazione proveniente dai continenti circostanti, che avrebbe dato origine a geosinclinale sul contorno, ma nello stesso tempo avrebbe determinato lo sprofondamento, ma in grado minore, anche di tutta la zona compresa: schematicamente il processo sarebbe rappresentato dalla deformazione elastica prodotta da due pressioni lungo linee parallele. E molte deduzioni se ne potrebbero forse ricavare sulla forma ed età di questi bacini.

Conclusione. — La grande ristrettezza dello spazio mi ha costretto ad enunciare, in forma che può sembrare troppo assoluta, tutte le conseguenze della teoria, in quanto possono avere applicazione ai fatti geologici. Spero di poterle svolgere, in altro lavoro più esteso, in modo più completo e colle necessarie riserve.

Parmi tuttavia che il fondamento della teoria meriti qualche considerazione dai geologi. Essa non è in fondo che uno svolgimento più rigoroso della *teoria isostatica*, che la Geodesia moderna considera come dimostrata dalle sue misure, astronomiche e gravimetriche, del Geoide (*). Al fonda-

(*) Vedi Guarducci F., *XV conferenza generale dell'Associazione geodetica internazionale* (Budapest 1906). *Relazione*, in *Rivista geogr. ital.*, novembre 1906.

mento, o vago o ipotetico, dato a questa teoria dalle ipotesi di Pratt e di Faye, si sostituisce il fondamento fisico delle leggi dell'elasticità, adottate come vere in prima approssimazione. Abbiamo veduto come esse conducano naturalmente a conclusioni che, nelle linee generali, rispondono a fatti geologici. Abbiamo veduto di più (Mem. prec., § 4) come esse diano ragione, almeno in via approssimativa, di quel compenso fra le irregolarità superficiali di forma e le irregolarità profonde di densità che mantiene al Geoide con tanta approssimazione la sua forma ellissoidica. Nessun'altra teoria, nè quella della dilatazione di Mellard Reade, nè quella della contrazione di Dana, Suess e altri, si accorda con tale postulato necessario, perchè suppone la concentrazione di masse superficialmente corrugate su aree più ristrette, senza una corrispondente modificazione delle masse profonde.

Fisica. — *Ricerche ulteriori sopra la conducibilità termica a basse temperature* (1). Nota del dott. PIETRO MACCHIA, presentata dal Corrispondente A. BATTELLI.

1. In una Nota precedente (2) ho mostrato come il metodo di Wiedemann e Franz per la misura della conducibilità relativa di sostanze diverse alla medesima temperatura, possa modificarsi in modo da fornirci anche il mezzo di confrontare le conducibilità d'una stessa sostanza a temperature differenti. In quella stessa Nota sono descritte diverse esperienze, tutte eseguite a temperature superiori a 0° C. Nella prima parte di questa seconda Nota mi propongo di descrivere brevemente alcune esperienze fatte a temperature più basse, e di confrontarle con le precedenti.

2. Queste nuove esperienze furono eseguite nella stessa maniera, sopra la medesima asta di piombo e con lo stesso apparecchio descritti nella Nota citata; l'estremo superiore dell'asta e l'ambiente di essa fu mantenuto alla temperatura di circa 15° mediante una corrente d'acqua, precisamente con la stessa disposizione usata nelle prime esperienze; l'unica differenza consisteva in ciò che il tubicino B (fig. 1 della Nota precedente), invece che nell'apparecchio riscaldante, veniva ora introdotto in un recipiente cilindrico di vetro uso Dewar riempito e rifornito frequentemente d'aria liquida.

In questa maniera, fatto il vuoto fino ai raggi catodici, la temperatura della sezione inferiore, 1, (v. fig. cit.) dell'asta si manteneva sufficientemente costante a circa — 94°, mentre la sezione superiore, 9, si manteneva a 12° circa.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Pisa diretto dal Prof. A. Battelli.

(2) Rend. R. Acc. dei Lincei, Serie V, vol. XV, pag. 62 (1906).