

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

della f. m. massima è in tal caso (tab. VII) circa $\frac{1}{4}$ del primitivo cioè era 15 c. g. s., che è compreso nel 3° tratto DC della linea.

« 17. Da tutta questa discussione mi pare sia posto in chiaro quali siano gli effetti reali ed apparenti della reazione di un cilindro indotto sul campo induttore; e sia inoltre dimostrato che il concetto di *penetrazione* e della distribuzione superficiale del magnetismo indotto nel ferro, sul quale più autori fermarono la loro attenzione, debba essere abbandonato. Infine noterò come i metodi esposti si prestino bene, per la loro semplicità, allo studio sperimentale più esteso dei diversi casi particolari ».

Fisica terrestre. — Alcune considerazioni sulla velocità di propagazione delle principali scosse di terremoto di Zante nel 1893.

Nota del dott. G. AGAMENNONE, presentata dal Corrisp. P. TACCHINI.

« Anzitutto sento l'obbligo di correggere un errore numerico, occorso nella mia precedente Nota sullo stesso argomento ⁽¹⁾, nella quale figurano sbagliate, per due interi minuti in più, le ore di Roma nella sola scossa del 17 aprile ⁽²⁾. Siffatto errore non cambia notevolmente la velocità per la suddetta scossa, ed altera assai poco i risultati finali e le deduzioni che allora ne furono tratte: ciò nondimeno ho creduto utile restituire alle ore di Roma il loro vero valore, il quale in realtà s'accorda meglio con quasi tutti gli altri dati di tempo, posseduti per il terremoto del 17 aprile. Ripetuto il calcolo della velocità per l'anzidetta scossa, dopo aver diminuita di 2 minuti esatti l'ora di Roma, ho trovato che si debbono sostituire ai valori riportati a pag. 396, i seguenti:

Ora della scossa all'epicentro $6^h31^m22^s \pm 44^s$ invece di $6^h31^m48^s \pm 46^s$
 Velocità di propagazione . . . km. **2,55 \pm 0,34** " " km. 2,34 \pm 0,30

« Nella tabella a pag. 398, i dati corretti da sostituirsi sono:

17 apr.	A	B	C	D	B—A	C—A	D—A
	6.30.20 a.	6.30.41	6.30.42	6.31.22	+ 0 ^m 21 ^s	+ 0 ^m 22 ^s	+ 1 ^m 2 ^s

ed i valori medi B—A = +0^m24^s, C—A = +0^m33^s, D—A = +1^m43^s, in base alle prime 4 scosse, diventano rispettivamente +0^m15^s, +0^m24^s, +1^m36^s.

« Nell'ultima tabella poi a pag. 399, le tre velocità relative al 17 aprile: km. 2,34 \pm 0,30, km. 2,23 \pm 0,54, km. 2,64 \pm 0,71 debbono essere rimpiazzate rispettivamente con km. **2,55 \pm 0,34**, km. **2,59 \pm 0,28**, km. **3,16 \pm 0,34**.

(1) Rend. della R. Accad. dei Lincei, ser. 5^a, vol. II, 2° sem., 1893, p. 393.

(2) L'errore, di due minuti esatti, fu unicamente causato da una svista materiale nella correzione spettante al cronometro, il quale registra elettricamente il tempo sulla zona di carta dei sismometriografi.

Infine i risultati medi, in fondo alla stessa tabella, km. 2,345 \pm 0,16, km. 2,43 \pm 0,07, km. 3,085 \pm 0,20 si cambiano in quelli rispettivi km. 2,40 \pm 0,17, km. 2,45 \pm 0,07, km. 3,34 \pm 0,23 (1).

*
*
*

« Per ciò che concerne la questione, se la velocità superficiale dei terremoti di Zante abbia variato colle diverse direzioni o con la distanza, non mi sembra che valga la pena d'instituire una speciale ricerca; dappoichè, trattandosi evidentemente di problemi di natura ancor più delicata, ritengo che mal si presterebbero i dati poco numerosi e generalmente poco buoni, quali sono quelli di cui possiamo disporre.

« In quanto alla direzione, si può nondimeno asserire che quasi sempre si trova una sufficiente concordanza tra le ore osservate in Italia, in Germania ed in Russia. E se per la sola scossa del 20 marzo si riscontra una forte anomalia nell'ora di Strasburgo, non è improbabile che ciò sia dipeso dalla grande difficoltà di rilevare le ore sulla curva fotografica di quel *pendoto orizzontale*, a motivo della tenue velocità del tamburo registratore, la quale è di un sol centimetro all'ora.

« Sembra pure che la variazione della velocità colla distanza non abbia potuto oscillare entro estesi limiti, al contrario di quanto risulterebbe dal tentativo fatto da taluni per altri terremoti (2). In vero, prima che a mia conoscenza pervenissero i dati di Nicolaiew e di Strasburgo, avendo io già eseguito il calcolo in base alle sole ore italiane e greche, trovai valori ben poco diversi da quelli che poscia risultarono dai calcoli definitivi, dove furono utilizzate anche le ore di Nicolaiew, Strasburgo e Potsdam, località queste a distanze ben più ragguardevoli. Ciò apparisce dall'ispezione della 2^a e 3^a colonna del seguente specchietto:

Data della scossa	Velocità calcolata in base alle		Velocità calcolata in base alle	
	ore greche, italiane, russe e tedesche	sole ore greche ed italiane	sole ore di Zante e Mineo	sole ore di Zante e Catania
31 gennaio	km. 4,04	km. 3,76	km. 1,83	km. 1,14
1 febbraio	3,28	4,26	2,04	1,43
20 marzo	2,33	1,86	1,77	1,98
17 aprile	2,55	2,09	1,96	1,20
4 agosto	—	2,12	3,05	—

(1) I calcoli ed i risultati sulla velocità dei terremoti di Zante saranno da me riportati più distesamente, con le ore di Roma corrette e con i diagrammi delle velocità pure modificati, in apposito capitolo della completa relazione sul periodo sismico di Zante del 1893, la quale, in collaborazione del prof. A. Issel, apparirà in breve negli Ann. dell'Uff. Centr. di Met. e Geod., ser. 2^a, vol. XV, 1893, parte I, p. 66. Roma 1894.

(2) Vedi il terremoto nel Veronese del 7 giugno 1891 nella mia relazione: *I terremoti segnalati a Roma nel biennio 1891-92 ed il sismometrografo a registrazione continua*. Ann. dell'Uff. Centr. Met. e Geod. It., ser. 2^a, vol. XII, parte I, 1890, p. 175.

« La 4^a e 5^a colonna mostrano invece le velocità, ottenute dal combinare direttamente con le ore di Zante, quelle rispettive di Catania e Mineo, le due località italiane più vicine all'epicentro. Il valore medio di km. 2,13 per Mineo, s'accorda abbastanza con il risultato medio di km. 2,40 superiormente trovato (1); ma da questo si allontana assai quello di km. 1,44 per Catania. Cosicchè, tenendosi a Mineo, sembra che le onde sismiche abbiano viaggiato sensibilmente con la stessa prestezza lungo l'intero loro percorso; mentre, stando a Catania, risulterebbe una velocità assai bassa per il solo tratto da Zante alla Sicilia, in contrapposto con quella quasi doppia, che risulta combinando Zante con tutte le altre località, anche più remote. Questo fatto non solo ripugna alle idee che oggi si hanno sulla propagazione del moto sismico, ma si trova in contraddizione colle celebri esperienze del Generale Abbot (2), dalle quali venne fuori che per il granito si aveva una velocità media di km. 2,27, e che questa diminuiva appunto sensibilmente colla distanza. Rimane, è vero, sempre il dubbio circa l'ipotesi della omogeneità della terra, sulla quale il calcolo della velocità fu interamente basato; ma devesi pur concedere che nel caso di estesi terremoti, le onde sismiche sono probabilmente generate e trasmesse in mezzo a strati profondi, forse a non meno di alcune decine di chilometri al disotto della superficie terrestre. A queste ragguardevoli profondità, dove la pressione della massa sovraincombente deve essere enorme, non ripugna affatto l'ammettere una quasi costante compattezza delle rocce, non sempre ammissibile negli strati più superficiali. Di più, man mano che nei recenti terremoti vediamo perfezionati gli strumenti ed i metodi per la determinazione delle ore, troviamo sempre minore la divergenza tra le medesime; ciò fa intravedere la possibilità che alcune notevoli discrepanze, ancora oggi osservate, nei valori della velocità, siano forse da imputarsi più alla poca precisione degli stessi dati del tempo che a vere e forti irregolarità nella propagazione delle scosse.

* * *

« Il chiaro prof. Riccò, direttore a Catania anche di quell'Osservatorio geodinamico, sembra che si sia molto preoccupato delle anomalie presentate da questa località, quali emersero dal mio studio sulla propagazione delle scosse di Zante, se egli ha sentito il bisogno di sostenere in una recente Nota (3) la precisione delle ore di Catania fino a pochi secondi, ed inoltre di rendere ragione della loro elevatezza per rispetto alle altre. Egli osserva che la propagazione del moto si è effettuato da Zante a Catania non già per

(1) Quest'ultimo fu calcolato in base a ben 31 dati di tempo, meglio attendibili, ripartiti diversamente tra le cinque principali scosse di Zante, e relativi presumibilmente alla fase massima delle stesse.

(2) *On the Velocity of Transmission of Earth Waves.* — The Amer. Jour. of Sc. and Arts., ser. 3^a, vol. XV, 1878, p. 178.

(3) Rend. della R. Acc. dei Lincei, ser. 5^a, vol. III, 1^o sem. 1894, p. 246.

la massa solida della crosta terrestre, bensì attraverso l'acqua del Mar Jonio. In prova, adduce il fatto che la velocità media di km. 1,44, di sopra trovata per Catania, uguaglia per l'appunto quella del suono nell'acqua. Questa coincidenza, rilevata dal Riccò, potrebbe esser del tutto casuale. Non è certo inverosimile che le stesse acque del mare abbiano potuto trasmettere assai lungi le vibrazioni; ma tenuto conto della ragguardevolissima distanza di Zante da Catania, della minor densità dell'acqua per rispetto alla terra, della profondità del mare sempre più decrescente in vicinanza della spiaggia ed infine dell'inclinazione di quest'ultima, parrebbe poco probabile che sulla costa orientale della Sicilia fossero potute giungere ancora così sensibili le vibrazioni trasmesse dall'acqua, da spiegare l'intensità delle scosse risentite non solo a Catania, ma altresì a Mineo, che pur si trova a circa 40 km. dentro terra. Oltracciò, la distanza di Zante da Catania essendo più di 500 km., dobbiamo concepire, al confronto, come assai sottile lo spessore delle acque del Jonio, anche ammesso che in qualche punto esse raggiungano la massima profondità di 4 km. Essendovi ragione a credere che il focolare sismico di Zante si trovi, come già dissi, ad una profondità assai grande, così sembra inverosimile che il movimento risentito in Sicilia sia stato trasmesso solo dal mare e non attraverso i profondi strati terrestri; i quali bisogna pure ammettere che abbiano realmente vibrato, per spiegare come le onde sismiche siansi potute registrare fino a più di 1700 km. dall'epicentro. Poichè la velocità di queste, attraverso la parte solida della crosta terrestre, si può ritenere all'incirca doppia di quella con cui esse si trasmettono nell'acqua, si sarebbe pur dovuto aspettarsi per ciascun terremoto, tanto a Catania quanto a Mineo, due distinte scosse, di cui la 1^a più intensa, avrebbe dovuto precedere di circa tre minuti (1). Ora niente di tutto questo si è verificato; e lo stesso prof. Riccò non potendo fare a meno di riconoscere questa seria obiezione, ha accennato alla possibilità che nella costa orientale della Sicilia « vi sia tale « frattura e discontinuità della scorza terrestre, da rendere difficile se non « impossibile la trasmissione delle vibrazioni provenienti dal fondo del Jonio ». Questa spiegazione, se ha il merito di essere ingegnosa, non si può dire altrettanto persuasiva. Si tratta invero, nel caso nostro, di ragguardevolissime onde sismiche, le quali hanno probabilmente interessato strati terrestri assai profondi, se vuolsi spiegare come non solo non siano state arrestate dal Jonio, ma dopo aver risalita l'intera penisola italiana, siansi spinte fino al cuore d'Europa. È difficile ritenere che il suolo siculo sia potuto restare indifferente

(1) Le stesse esperienze di Abbot sopra citate parrebbero infirmare il modo di vedere del Riccò. In esse, infatti, fu posta anche attenzione nella scelta delle varie stazioni, per trovare l'influenza esercitata da un interposto tratto di mare; e si ebbe così a riconoscere che la presenza di questo aumentava piuttosto la velocità anzi che diminuirla. Nè risultò menomamente il fatto, che si avessero due successivi impulsi distinti, da attribuirsi alla diversa velocità del movimento nella terra e nell'acqua.

al passaggio di tali onde, anche ammessa sulla costa orientale la frattura invocata dal Riccò. L'efficacia poi di questa nell'impedire il moto sismico, è forse anche discutibile, sia a causa dell'infiltrazione dell'acqua, che tende a colmare gl'interstizi; sia a causa della presenza del magma lavico nelle regioni vulcaniche. È da aversi infine anche presente la possibilità, ammessa da taluni, che l'enorme pressione risultante dalla pila degli strati sovraincombenti sia tale nelle grandi profondità da portare in intimo contatto le rocce più fratturate. Nell'un caso e nell'altro non si vedrebbe quindi abbastanza chiaro come la propagazione delle onde sismiche potesse essere stata tanto ostacolata attraverso la frattura sicula; mentre non saranno davvero mancate tante altre fratture e discontinuità lungo il restante percorso di ben altri 1200 chilometri, specialmente attraverso intere catene di montagne.

« Per spiegare poi la divergenza delle ore di Catania da quelle di Mineo, il Riccò fa riflettere come il tempo campione di quest'ultima località sia soggetto a troppo larga approssimazione, perchè regolato su quello degli uffici telegrafici. Senza dubbio, le ore di Mineo si debbono per tal fatto ritenere meno sicure di quelle dell'Osservatorio di Catania; ma d'altra parte sarebbe un po' strano che le ore di Mineo, per tre volte sopra 4 terremoti, siano risultate più basse, da $1^m \frac{4}{5}$ a $2^m \frac{4}{5}$, in confronto di Catania, nonostante la maggior vicinanza di quest'ultima località a Zante. Eppure a priori, non vi sarebbe ragione a credere che gli errori, nelle ore di Mineo, provenienti dall'adozione del tempo telegrafico, fossero stati quasi sempre notevoli e sempre nel medesimo senso. Oltracciò, non so comprendere come mai l'intelligente e colto direttore dell'Osservatorio di Mineo, in possesso di un buon regolatore, controllato alcune volte con lo stesso ufficio telegrafico di Catania, potrebbe assicurare fino a mezzo minuto le ore inviate all'Uff. Centr. di Met. e Geod., quando egli stesso fosse convinto di un possibile errore di parecchi minuti.

Invece, il tempo determinato all'Osservatorio astronomico di Catania, risulta esatto, secondo il Riccò, fino ad una frazione di secondo: ciò io credo non solo possibile, ma mi maraviglierei del contrario, tenuto conto della perfezione dei metodi e degli strumenti adoperati in astronomia. Però, siccome le ore di Catania furono ricavate dal sismometrografo Brassart a registrazione continua, così io dubito, per questa sola circostanza, che esse siano potute risultare inappuntabili. In tale istrumento infatti la zona di carta viene mossa, in ragione di soli 10 cm. all'ora, da un meccanismo piuttosto grossolano; e sebbene il tempo sia automaticamente registrato sulla carta, lo svolgimento non sempre regolare della medesima, in seguito a tante diverse cause, è un impedimento al computo preciso delle ore. Può inoltre intervenire un'altra sensibilissima causa di errore, quando le penne scriventi, relative alle tre componenti, non risultano rigorosamente allineate con la 4^a penna, destinata a segnare gl'intervalli orari; e questa, diciamo così, parallasse, ancora sussisteva per Catania al tempo dei terremoti di Zante,

stando al Riccò (1). La difficoltà di tenere esatto conto sia di questa parallasse, sia della variazione che da giorno a giorno può sensibilmente essa subire, tutto ciò, unito allo svolgimento irregolare della carta, costituisce un tal complesso di circostanze da indurre involontariamente in errore il più oculato ed esperto osservatore. Adunque non sarebbe impossibile concepire come, nonostante l'esattezza del tempo campione in Catania, le ore delle varie scosse potessero contenere un qualche errore costante od accidentale, per il solo fatto che esse furono rilevate da uno strumento, dal quale, al tempo specialmente dei terremoti di Zante, non si poteva pretendere una precisione superiore a quella che esso potesse effettivamente dare. E anche adesso che l'inconveniente della parallasse è stato soppresso, sarebbe un voler farsi una dolce illusione il credere che le ore, ricavate dal sismometrografo Brassart, siano sempre sicure entro pochi secondi (2).

« Ciò nondimeno, non si può dire in modo sicuro che realmente le ore di Catania siano errate; ed infatti, nella mia precedente Nota, io mi sono ben guardato dall'asserir ciò. L'anomalia, presentata da Catania, rispetto a Mineo ed alle altre località, costituisce un fatto, che se non può negarsi, sembra d'altra parte difficile ad essere spiegato. Ma dietro le considerazioni di sopra svolte, lascio ad altri il decidere se possa essere attendibile la spiegazione che ha creduto darne il prof. Riccò (3).

* * *

(1) Quest'inconveniente non è a lamentarsi per Mineo; poichè quivi il tempo è registrato di ora in ora sulla stessa linea, dove i vari sismoscopi segnano il sopraggiungere delle scosse. Di più, a Mineo lo svolgimento della carta è alquanto più rapido, in ragione di 12 cm. all'ora.

(2) Su ciò rimando a quanto scrissi in proposito nella mia Relazione: *I terremoti segnalati a Roma ecc.*, di sopra già citata, e specialmente a pag. 198.

(3) Ricercando nel passato, od aspettando l'occasione di futuri terremoti, io credo che non mancheranno esempi, nei quali poter studiare con profitto la questione testè svolta. Nel caso nostro però, torna assai opportuno il confronto col memorando terremoto greco del 27 agosto 1886, il cui epicentro giacque probabilmente in mare, non molto lungi da quello dei recenti terremoti di Zante. Dal combinare le ore di Atene e Corfù, le più attendibili per la Grecia, con le migliori della penisola italiana, dell'Austria e della Svizzera, si ottengono velocità quasi tutte comprese tra due e tre chilometri al secondo. Le ore più sicure della Sicilia sono, a mia conoscenza, soltanto quelle di Riposto e Mineo, le quali in sufficiente accordo con le altre delle isole di Gozzo e Malta, risultano all'incirca uguali a quelle delle anzidette località greche. Stando a ciò, ne verrebbe un'alta velocità, la quale starebbe appunto a provare che la propagazione delle onde sismiche si effettuò realmente per terra e non per mare, sia fino alle isole di Malta, sia fino alle coste orientali sicule, nonostante la frattura invocata per quest'ultime dal Riccò. — Siccome questo terremoto, al confronto di quelli recenti di Zante, fu senza dubbio più violento, è da ritenere che tanto le acque del Jonio quanto il fondo di questo, abbiano pur dovuto vibrare più energicamente. Eppure, a Malta, dove il Riccò non vorrà sopporre un'altra frattura,

« In una recente ed interessante pubblicazione (1), il mio collega dott. A. Cancani ha creduto riscontrare, nei terremoti di grande estensione, l'esistenza delle onde *longitudinali* e *trasversali*, che si considerano nella teoria dell'elasticità dei corpi solidi. Le longitudinali, egli dice, conosciute per i loro effetti disastrosi sussultori ed ondulatori, si propagano con una velocità circa doppia di quella (da 2,2 a 2,5 km.) relativa alle onde trasversali; e queste, al contrario delle prime, producendo ondulazioni lente nel terreno, passano inavvertite all'uomo e si propagano a distanze veramente enormi. Egli riporta alcuni terremoti tra i più sicuri, nei quali riscontra la velocità propria delle onde trasversali, quando si abbia a fare con distanze per lo meno al di sopra dei 4 o 5 mila chilometri; mentre ottiene velocità notevolmente più grandi, per una minor lontananza. Stando a ciò, avremmo dovuto aspettarci un'alta velocità nei terremoti di Zante, sia perchè in essi la massima distanza considerata non ha ecceduto neppure due mila chilometri, sia perchè in qualche località, come Mineo e Catania, le onde sismiche si resero veramente sensibili all'uomo. Ma la velocità di km. 2,4, risultata nei miei calcoli, parrebbe contraddire alle viste del Cancani, poichè essa corrisponde piuttosto a quella delle onde da lui chiamate trasversali. Ciò sembra comprovato anche dal fatto che le scosse furono indicate dal pendolo orizzontale di Nicolaiew e Strasburgo, strumento questo poco o nulla sensibile alle onde longitudinali.

« Da tutto ciò sembrami poter concludere quanto sia ancora difficile lo stabilire la vera natura delle onde sismiche, di cui noi ci occupiamo a calcolare la velocità. Intanto io non posso fare a meno di esprimere fin da ora il dubbio se le ondulazioni sismiche lente, quali noi vediamo propagarsi sulla superficie terrestre a ragguardevolissime distanze, siano realmente quelle trasversali contemplate nella teoria ».

Fisica terrestre. — Velocità di propagazione superficiale dei due terremoti della Grecia del 19 e 20 settembre 1867. Nota del dott. G. AGAMENNONE, presentata a nome del Corrispondente TACCHINI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

non si sentirono due scosse distinte, separate dall'intervallo di tempo, dovuto alla loro diversa velocità nella terra e nell'acqua. Ciò porterebbe a credere che anche nella scossa del 27 agosto 1886, le vibrazioni trasmesse dal mare alle coste sicule, ed a Malta, fossero state realmente così deboli da passare inosservate.

(1) *Sulle ondulazioni provenienti da centri sismici lontani.* Ann. dell'Uff. Centr. di Met. e Geod., ser. 2^a, vol. XV. Parte I, 1893. Roma, 1894.