

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCCXIV.

1917

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVI.

1° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1917

6. Se poi ci assoggettiamo a rinunciare ad adoperare la proprietà (V), possiamo considerare con vantaggio molto maggiore le serie sommabili B', che costituiscono una classe amplissima, appena leggermente più ristretta di quella formata da tutte le serie sommabili. Per le serie sommabili B' sussistono le proprietà (I), (II), (III) e la (IV) così modificata:

$$(u_0 + u_1 + u_2 + \dots)(v_0 + v_1 + v_2 + \dots) = 0 + w_0 + w_1 + w_2 + \dots$$

Il rinunciare ad adoperare la proprietà (V) non apporta che svantaggi trascurabili.

Per tutto ciò cfr. la Nota citata.

Fisica terrestre. — La velocità di propagazione del terremoto ligure del 23 febbraio 1887. Nota di G. AGAMENNONE e A. CAVASINO, presentata dal Socio E. MILLOSEVICH.

Farà meraviglia che dopo un trentennio si torni ancora a studiare questo terremoto, che ebbe allora sì triste celebrità e che, avvenuto pochi anni dopo la catastrofe di Casamicciola (1883), indusse ancor meglio il nostro Governo ad incoraggiare ufficialmente gli studi sismici. A suo tempo non mancarono numerose e pregiate pubblicazioni sul predetto terremoto, segnatamente le estese monografie dei professori Issel, Mercalli e Taramelli, ma in tutte venne appena sfiorato il problema della velocità di propagazione. Chi se ne occupò meno fugacemente fu il compianto Tacchini, allora direttore del R. Ufficio centrale di Meteorologia, il quale, nella seduta del 12 giugno 1887, presentò una breve Nota a questa stessa Accademia, e poi il sig. Offret con due Note inserite nei Comptes Rendus dell'Accademia di Francia. Ma i risultati cui pervennero questi due autori, furono quanto mai discordi tra loro, in quanto che al Tacchini risultava una velocità di propagazione sensibilmente costante e che si aggirava sui 2100 metri al secondo, mentre, secondo l'Offret, la medesima cresceva con la distanza in modo notevolissimo, e precisamente da 450 a ben 2070 metri!

Colpito da questa enorme discordanza, uno di noi (Agamennone) si propose di approfondire la questione, ed a tale scopo cominciò col raccogliere numerosissimi dati orari ed a discuterli uno per uno per trarne il maggior vantaggio possibile. È bensì vero che in quel tempo i dati orari erano ben lungi dal raggiungere la precisione di quelli che si ottengono pei recenti terremoti, specialmente allora per la mancanza quasi assoluta di strumenti sismici; ma la quantità poteva in parte supplire alla qualità e si poteva ragionevolmente sperare in una tal quale compensazione tra i numerosi dati, ben discussi e raggruppati in varie categorie di precisione diversa. Ma, come

si può ben comprendere, l'impresa non era di piccola mole, e per di più l'Agamennone non vi poteva impiegare saltuariamente che pochi ritagli di tempo in mezzo ad altri lavori d'urgenza, soprattutto concernenti il servizio geodinamico che appunto fin dal 1887 egli era incaricato di organizzare sotto l'alta direzione del Tacchini. Avvenne così che passassero molti anni senza che il lavoro intrapreso entrasse ancora nella fase risolutiva, sebbene tutto il materiale fosse stato già approntato, vagliato ed ordinato. Nè maggior tempo vi potè impiegare da quando fu nominato direttore del R. Osservatorio geodinamico di Rocca di Papa, poichè nuovi obblighi ed altri lavori più pressanti o di attualità lo distolsero sempre dal riprendere con assiduità lo studio già cominciato sul terremoto ligure del 1887; sicchè disperando di poterlo condurre a buon fine con le sole sue forze, si decise finalmente a ricorrere alla cooperazione del proprio assistente dott. A. Cavasino, il quale accettò ben volentieri l'invito e si pose anche lui alacramente all'opera, specie nei lunghi calcoli de' minimi quadrati. Con la speranza che il nostro lavoro completo e piuttosto voluminoso possa essere a suo tempo pubblicato negli Annali del R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica, crediamo utile fin da ora di far conoscere i principali risultati da noi ottenuti, la cui importanza consiste soprattutto nell'aver dimostrato non rispondente a verità il fatto singolarissimo trovato dall'Offret, che la velocità andasse notevolmente crescendo con la distanza, e riportato in seguito da tanti altri autori e perfino in trattati di sismologia!

Da una disamina accurata di tutti i dati orari, ci è risultato chiaramente che questo preteso aumento della velocità delle onde sismiche veniva fuori pel fatto che l'Offret assumeva, quale punto di partenza ne' suoi calcoli, l'ora di Mentone, da lui ritenuta la più sicura per l'epicentro e perchè era la più bassa di quelle osservate in tante altre località della *zona mesosismica*. Il sistema di riferirsi unicamente ad un solo dato orario, per la regione epicentrale, è assai pericoloso nel calcolo della velocità, quando non siasi assolutamente sicuri della sua precisione. Così, nel terremoto Andaluso del 1884, il Cancani avendo voluto basarsi sulla sola ora di Cadice, ebbe a trovare una velocità notevolmente decrescente col crescere della distanza, e cioè tutto all'opposto di quanto risultò all'Offret pel terremoto ligure⁽¹⁾. Per non incorrere dunque in questo grave pericolo, è stato da noi prescelto il metodo adottato da Dutton e Newcomb pel terremoto di Charleston del 1886, e seguito quasi sempre dall'Agamennone nei suoi numerosi calcoli sulla velocità delle onde sismiche. Con questo metodo non si dà la preferenza ad alcuna delle ore osservate, sia pure riferentisi a località le più prossime all'epicentro, e vengono perciò di molto attenuate le conseguenze di qualche

(¹) Vedi: G. Agamennone, *Alcune considerazioni sui differenti metodi fino ad oggi adoperati nel calcolare la velocità di propagazione del terremoto Andaluso del 25 dicembre 1884* (Rend. della R. Acc. dei Lincei, seduta del 18 novembre 1891).

errore contenuto nelle medesime. In questo modo, tutte le ore possedute entrano ugualmente nel calcolo e tanto meglio se con vario peso, a seconda della loro maggiore o minore presunta esattezza.

*
* * *

Ricordiamo che la mattina del 23 febbraio, preceduta nella notte da alcune poche scosse premonitriche, la commozione più disastrosa avvenne nella Riviera Ligure di ponente intorno alle 6^h 21^m (t. m. di Roma). Per la medesima è stato possibile conoscere circa 700 dati orari, osservati direttamente da persone o indicati da strumenti (orologi arrestati, sismoscopi, o strumenti magnetici) in Italia, Francia, Svizzera, Austria, Germania, Belgio, Olanda, Inghilterra e Portogallo. In seguito ad una discussione accurata, s'è dovuto scartare la maggior parte de' medesimi, restandone 125, caratterizzati da errori probabili non superiori ad un paio di minuti, e precisamente divisi nei seguenti quattro gruppi:

N. 16	con errore probabile	< 15	secondi
N. 21	"	da 15 a 30	"
N. 29	"	" 30 a 60	"
N. 59	"	" 60 a 120	"

TOTALE N. 125

L'epicentro, da noi prescelto, è quello determinato dal Mercalli e che si trova a circa 20 km. a sud di P. Maurizio.

Formate 6 equazioni di condizione, dalla loro risoluzione col metodo de' minimi quadrati, vien fuori una velocità media superficiale di 2033 metri al secondo e l'ora epicentrale: 6^h 21^m 12^s.

Rifacendo il calcolo, utilizzando soli 40 dati orari, scartando cioè tutti quelli che non si riferiscono esplicitamente all'inizio della commozione sismica la quale, come si sa, fu di lunga durata, s'ottiene una velocità di m. 2137 e 6^h 21^m 9^s per l'ora all'epicentro.

Scartando ancora altri 10 dati orari, utilizzando cioè nel nuovo calcolo i 30 dati più sicuri relativi al principio della scossa, abbiamo m. 2335 per la velocità e 6^h 20^m 57^s per l'ora epicentrale; e s'ottengono valori pochissimo diversi, ripetendo lo stesso calcolo, salvo ad arrecare lievi modificazioni ad alcuni pochi tra i predetti 30 dati orari.

Finalmente, scartando anche le ore di Nizza e Torino, come quelle che da molti indizi risultano troppo in anticipo e perciò assai anormali — a malgrado del lieve errore probabile che *a priori* era stato loro assegnato — risulta da un quinto calcolo, fondato sui rimanenti 28 dati, una velocità di 2540 m. ed un'ora epicentrale uguale a 6^h 21^m 9^s.

Come si vede, si ha da fare sempre con una velocità superiore ai 2000 metri e con un'ora epicentrale che si aggira attorno a $6^h 21^m$ e che perciò è più alta di ben $2\frac{1}{2}$ minuti circa in confronto di quella di Mentone ($6^h 18^m 35^s$) assunta quale punto di partenza dall'Offret, e in ritardo di più di un minuto in confronto di quella di Nizza ($6^h 19^m 43^s$), assunta come ora epicentrale da altri autori. Oltracciò i varî valori da noi ottenuti per la velocità, e segnatamente l'ultimo, non accennano che la medesima abbia potuto sensibilmente variare, per il fatto che le differenze tra le ore osservate e calcolate non sono tali, e per segno e per grandezza, da fare intravedere, coll'aumentare della distanza, un accrescimento e tanto meno così forte come l'Offret ed altri hanno preteso ⁽¹⁾.

Molti autori, tra i quali lo stesso Offret, avendo asserito che la velocità aveva variato notevolmente anche secondo le varie direzioni, abbiamo voluto intraprendere apposita ricerca eziandio su tale interessantissima questione; ed avendo diviso tutti i 125 dati, da noi posseduti, in tre gruppi relativi a tre diversi quadranti, siamo giunti ad un risultato opposto, cioè non esservi alcun serio motivo — anche avuto riguardo al ristretto numero ed alla poca esattezza dei dati orarî, di cui si poteva disporre per un problema tanto più delicato — per ammettere la pretesa variazione, almeno nella misura così rilevante che gli altri autori avevano trovata.

Abbiamo altresì voluto fare un tentativo di calcolo per la velocità delle due fortissime repliche avvenute nella stessa regione Ligure la mattina del 23 febbraio, e cioè una dopo circa 10 minuti e l'altra dopo $2^h \frac{1}{2}$ dalla grande scossa, sebbene per ognuna delle medesime non potessimo disporre che d'una quindicina di dati orarî, vagliati e discussi in mezzo a tanti altri. Per la 1^a replica è venuta fuori una velocità di c. 1600 metri, e per la 2^a di soli c. 1300 metri; valori entrambi notevolmente minori, soprattutto l'ultimo, in confronto di quelli trovati per la grande scossa. Riteniamo che la differenza possa essere dipesa in parte, sebbene forse assai piccola, da una reale minore velocità delle onde sismiche prodotte dalle due repliche, a causa appunto della loro minore intensità, e per l'altra parte dal fatto che questa minore intensità s'oppose a che le onde sismiche si propagassero a distanze notevoli, e che nelle località più lontane fosse osservata soltanto una fase già assai inoltrata del movimento sismico, se non addirittura la massima.

Ritornando al più elevato valore (m. 2540) da noi trovato per la velocità di propagazione della grande scossa, è assai probabile che il medesimo si riferisca non alle onde *longitudinali*, bensì a quelle *trasversali* della

⁽¹⁾ L'Agamennone aveva sempre ritenuto che così dovesse essere, ma soltanto per semplice intuizione e sospettando che l'ora di Mentone, utilizzata dall'Offret, potesse essere errata in meno, come aveva pubblicato fin dal 1894 nella Nota, sopra ricordata, sul terremoto Andaluso ed in altri suoi lavori.

teoria dell'elasticità de' corpi solidi, le quali ultime avrebbero con il loro arrivo (e forse già a fase inoltrata) determinato l'inizio dello scuotimento sensibile nei vari luoghi oltre i 200 km. dall'epicentro e avrebbero provocato l'arresto degli orologi, o lo scatto dei sismoscopi o la perturbazione meccanica dei magnetografi fino alle distanze più notevoli. Con questa riserva, non si esclude che anche nel terremoto ligure del 1887 la velocità delle onde sismiche più rapide possa essere stata assai più considerevole e paragonabile a quella che è stata dedotta nei successivi terremoti meglio studiati, specialmente con l'aiuto di più appropriati e sensibili strumenti.

Nel corso di questa nostra ricerca non abbiamo mancato di studiare questo memorando terremoto ligure anche sotto altri punti di vista, ai quali occasionalmente o indirettamente siamo stati condotti. Così, per bene individuare la grande scossa e le due sue più notevoli repliche, abbiamo riportato un elenco accurato e il più completo possibile delle scosse sentite in Italia e nelle regioni limitrofe tanto il 22 quanto il 23 febbraio; elenco che può tornare utilissimo per chi volesse esaminare il modo di esplicarsi d'un gran terremoto. Oltracciò, abbiamo fatto uno studio speciale circa l'estensione della grande scossa e delle sue due repliche più violente, e circa l'intensità relativa delle medesime, nell'ipotesi d'un comune *ipocentro*. Dalle nostre ricerche è risultato che la grande scossa fu circa due volte e mezzo più intensa della 1^a replica, avvenuta dopo 10 minuti, e approssimativamente quattro volte più intensa della 2^a replica, che seguì circa 2^h 1/2 più tardi. L'estensione della grande scossa, avuto riguardo alla massima distanza di 1540 km. (Lisbona) a cui furono perturbati i magnetografi, fu di 7 1/2 milioni di chilometri quadrati la quale, per quanto voglia parere notevole, non rappresenta che circa la 68^a parte dell'intera superficie del nostro globo (1). Non mancano, inoltre, nel nostro lavoro, molte notizie inedite che l'Agamennone si procurò ne' primi anni di assidua inchiesta epistolare presso numerosi Osservatori, principalmente per indagare sulla precisione dei dati orari; e infine abbiamo corredato il nostro lavoro d'una ricca bibliografia risultante di più che 170 pubblicazioni sul nostro terremoto, il quale ora, mercè il nostro contributo, resterebbe così quasi completamente illustrato sotto i suoi molteplici aspetti, come del resto, la sua veramente straordinaria importanza richiedeva.

(1) Però, se a quel tempo avessero potuto ovunque agire i moderni sismografi, nessun dubbio che il nostro terremoto sarebbe stato uno di quelli che si dicono *mondiali*, vale a dire che arrivano a perturbare più o meno sensibilmente gli apparati sismici di tutte le parti della terra.