ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCXX

1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

2° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

Mac Lennan, Ainslie e Cale [1]; la mia ricerca conferma e completa i resultati di questi ricercatori.

Essa mette altresì in chiaro che la ragione *di una parte* delle sconcordanze esistenti fra le determinazioni, anche con apparecchi dello stesso tipo, dei $d\lambda$ dei satelliti di questa radiazione presso i numerosi ricercatori che l'hanno esaminata con potere risolutivo di poco inferiore a quello di cui io ho fatto uso, è da ricercare nella differente struttura della sua componente più intensa in corrispondenza dei diversi modi di eccitazione e dei diversi stadî di inversione.

Dal punto di vista teorico si può solo osservare che alla diversa stabilità degli stati quantistici, che la *diversa sensibilità delle componenti centrali della 5461 all'assorbimento* denota, potrebbe non essere estranea la massa nucleare dell'atomo, se con Mac Lennan [2] si ammette che i cinque elementi centrali della 5461 siano da attribuire a cinque isotopi del mercurio.

Fisica terrestre. — *Velocità delle onde longitudinali nel terremoto del 15 marzo 1923.* Nota di G. Agamennone, presentata dal Socio Cerulli [3].

Poco dopo l'avvenimento di questo notevole sismo, mi affrettai a farne conoscere l'*epicentro* e la ripercussione in Italia, ed esposi il risultato di alcuni tentativi per il calcolo dell'ora epicentrale e della velocità delle onde sismiche, in base ai dati orarî da me allora posseduti [4]. Mi proponevo tuttavia di tornare sull'argomento, ponendo a profitto le ore di ben 4 osservatorî vicinissimi all'epicentro, pervenute a mia conoscenza mentre correggevo le bozze della Nota predetta, e usufruendo inoltre dei dati orarî di molte altre stazioni, pubblicati in bollettini, o comunicatimi per iscritto.

Nel frattempo il chiar.mo prof. G. Grablovitz [5] ha discusso quei miei risultati provvisori, e utilizzando le stesse ore è giunto, con procedimento diverso, a conclusioni, in verità, molte vicine alle mie, sebbene egli abbia preso per epicentro un altro punto. Infatti, mentre io l'avevo ritenuto a 30 km. SW da Mostar e, cioè, a 43° 9′ c. lat. N e 17° 32′ c. long. E. Gr., stando alle prime indicazioni di Belgrado, invece, il G. s'è basato su quello (43° 22′ c., 16° 59′) riportato in fine della mia Nota e che io dedussi dal

(1) Proc. Roy. Soc., serie A, vol. 102, pag. 33, 1922.

(2) Ibid. loc. cit.

(3) Presentata nella seduta del 2 dicembre 1923.

(4) *Il terremoto dell'Erzegovina del 15 marzo 1923*, ecc. (Rend. della R. Acc. Naz. dei Lincei, 22 aprile 1923).

(5) *Sul terremoto dalmato del 15 marzo 1923*, (ivi, 20 agosto 1923).

bollettino di quell'osservatorio, pervenutomi all'ultimo momento. Ciò spiega le differenze, anche sensibili, ch'egli rileva tra le distanze adottate da me e da lui. Ma di poi mi sono accorto che la posizione dell'epicentro assunta dal mio collega è inesatta, a causa dell'errore di 1° in meno nella longitudine di *Drinovci* (uno dei tre villaggi più danneggiati) nel bollettino di Belgrado; sicchè la longitudine dell'epicentro va rettificata in 17° 19'. In seguito, dopo una visita alla regione *megasismica*, il direttore di quell'Osservatorio mi comunicò cortesemente che gli abitati più colpiti (gravi danni, morti, feriti ecc.) si trovavano su due linee quasi parallele in direzione NW-SE e distanti tra loro un 24 km : la 1ª con 5 località sulla costa Adriatica, le cui medie coordinate geografiche sono : 43° 18' e 17° 1' ; la 2ª con 7 entro terra, le cui medie coordinate sono : 43° 21' e 17° 19'

Media generale . . . . . 43° 20' c. 17° 10'

Questi valori medî, che assumerò per posizione definitiva dell'epicentro, differiscono assai poco da quelli riportati alla fine della mia precedente Nota, quando siano debitamente corretti e, cioè : 43° 22' e 17° 19', ma che presentano sempre una qualche incertezza pel modo con cui vennero determinati.

Nella 1ª Nota accennai a 30 osservatorî; adesso il numero n'è più che raddoppiato (69), però i dati orarî da me utilizzati son 50, perchè per varie ragioni ho creduto escludere: Benevento (km. 314; $5^h 41^m 30^s$), Budapest (485; $41^m 0^s$), Messina (586; $42^m 0^s$), Heidelberg (925; $48^m 7^s$), Parigi [1282; $42^m 21^s$ (1)], Kew (1588, $46^m 30^s$) e Liverpool (1856; $45^m 18^s$). Ho dovuto altresì rinunciare a Venezia, per mancata registrazione dei minuti sulla zona; Mileto e Dyce, per incertezza nel tempo campione; Durlach, Freiburg, Königsberg e Jena, per inazione di quei sismografi; Oxford, per sovrapposizione di tracciati contigui; e, infine, ad altri osservatorî che non risposero ai miei inviti, anche reiterati. In altro mio lavoro mi occuperò di Ottawa, Washington, Zi-ka-Wei (Sciang-hai) e La Paz, le cui ore meritano una discussione a parte, perchè relative a località assai più lontane. Per il calcolo della velocità, limitato alla massima distanza di 2141 km. (Coimbra), ho diviso le ore in 5 gruppi (2), come si vede nel quadro a la fine della pre-

(1) Quest'ora, riportata nel bollettino di Parigi, è anche più anormale di quella ($42^m 45^s$) tratta dal *Bulletin d'échanges* di Strasburgo e pubblicata nella mia 1ª Nota.

(2) Alla formazione dei gruppi ha presieduto il concetto di distaccarli il più possibile l'un dall'altro, pur facendo entrare in ognuno un sufficiente numero di stazioni, per compensare gli errori delle varie ore. Parecchi tentativi, ispirati a questo concetto, condussero sempre a risultati sensibilmente uguali. Nel gruppo IV l'ora di Tortosa ritarda un pò troppo su quelle contigue; ma anche escludendola, si ottiene un'ora media di poco inferiore ($43^m 15^s$) corrispondente alla distanza media di 1346 km., senza che ne restino troppo alterate le velocità che risultano dal confronto con gli altri gruppi.

sente Nota [1], e l'ora media spettante ad ognuno rappresenta abbastanza bene l'istante in cui le onde più veloci pervennero alla distanza media corrispondente. Riportando i dati medî di questi 5 gruppi sopra una carta a quadretti, si ottiene per la *curva della velocità* una poligonale che a prima vista sembra essere una linea retta, ma che in realtà è lievemente concava verso l'asse delle ascisse, ciò che dimostra un lieve aumento della velocità con la distanza.

È appunto per questo che io non ho creduto servirmi dei 5 gruppi per calcolare la *velocità superficiale* col metodo de' *minimi quadrati*, ricorrendo ad altrettante equazioni lineari di condizione, come ha fatto il G., e rimando su ciò ad altro mio lavoro [2]. Poichè ormai è accertata questa lievissima variazione della velocità, nei limiti ammessi per le distanze, non mi pare giusto il volerla calcolare nell'ipotesi che sia uniforme; tutt'al più, sarebbe opportuno far uso di equazioni di 2° grado. Allorchè, per un caso fortunato e piuttosto raro, l'epicentro cade presso buoni osservatorî, non vedo la ragione perchè la media dei loro dati orarî, specie se abbastanza concordi, non possa esser presa come punto di partenza in confronto d'altri gruppi di stazioni più distanti. Naturalmente il buon senso vuole che la distanza fra due gruppi, scelti per il calcolo della velocità, sia tale che il risultato non possa troppo risentire degli eventuali errori, in generale lievi, dei dati orarî. Il G. dice *che la determinazione diretta dell'istante epicentrale è quasi sempre problematica ed in ciò cospira anche la natura stessa del fenomeno, perchè anche laddove esistano strumenti di precisione, questi vanno a soqquadro o rendono male i loro servizi, in tali frangenti, per ovvie ragioni.* A me pare che, pel nostro scopo almeno, resta sempre ben assicurato l'istante in cui i sismografi cominciano ad essere perturbati, anche quando la violenza del moto tellurico sbalzi subito via le penne scriventi, come avvenne, ad es., a Messina, distrutta dal terremoto del 28 dic. 1908 con l'epicentro proprio nello Stretto omonimo, e a M. Cassino, Rocca di Papa e Roma nella non meno terribile scossa del 13 gennaio 1915 con l'epicentro nella vicina Marsica. E poichè il terremoto, del quale mi occupo, fu registrato da ben 4 osservatorî nella regione *megasismica*, muniti di sismografi *Vicentini* o *Conrad* con orologi regolati telefonicamente da Belgrado, che riceve l'ora da Parigi, non vedo perchè non si possano utilizzare

(1) Le distanze dal presunto epicentro sono state calcolate trigonometricamente. Le lettere *e* e *i* indicano, al solito, l'inizio indeciso o brusco dei sismogrammi.

I minuti secondi, racchiusi fra parentesi, offrono qualche incertezza.

La lieve diversità in talune ore in confronto di quelle precedentemente pubblicate, è dovuta o a correzione di qualche equivoco di copiatura (Barcellona), o a preferenza data alle ore pubblicate in seguito nei bollettini (*Atene*, *Toledo*, *Coimbra*).

(2) *Rettifiche e considerazioni sulla velocità del terremoto del 13 gennaio 1915*, (Rend. della R. Acc. dei Lincei, 1° aprile 1917).

con profitto i loro dati orarî, anche se taluni tra essi alquanto incerti. Ecco le velocità risultanti da tutte le possibili combinazioni dei 5 gruppi fra loro:

Gruppi	Velocità (1)	Gruppi	Velocità	Gruppi	Velocità	Gruppi	Velocità
I — II	7.63	—	—	—	—	—	—
I — III	7.56	II — III	7.50	—	—	—	—
I — IV	7.83	II — IV	7.91	III — IV	8.25	—	—
I — V	8.07	II — V	8.18	III — V	8.44	IV — V	8.60

L'andamento di questi valori è abbastanza regolare, e le più o meno lievi differenze devono attribuirsi a qualche ora poco esatta e non sufficientemente compensata nella media. Si vede inoltre che, in generale, le velocità vanno crescendo con la distanza, non solo nel confronto del I con i restanti gruppi, ma anche di quest'ultimi tra loro; sicchè possiamo concludere che pel nostro terremoto la velocità delle onde longitudinali iniziali deve essersi aggirata sui 7 ½ km/sec. presso l'epicentro, per poi sorpassare di poco gli 8 km. alla distanza di c. 2000 km., e ciò in sufficiente accordo con quanto avevo già trovato nella mia 1ª Nota, ed anche pel terremoto Marsicano del 1915. La velocità costante (km. 8,06 c.), calcolata dal G., si accorda abbastanza con quella da me trovata per le località più lontane, ma resta sensibilmente al di sopra della mia in prossimità dell'epicentro. Le mie conclusioni sono basate sopra dati orarî più numerosi, sopra una posizione più probabile per l'epicentro, e, infine, sopra un metodo più atto, a mio avviso, a mettere in evidenza la variazione della velocità.

Assumendo km. 7 ½ c. per la medesima dall'epicentro fino al gruppo I, si ottiene per l'ora epicentrale: $5^h\,40^m\,46^s - \frac{156\,\text{km.}}{7{,}5} = 5^h\,40^m\,25^s$ c. (2), preconizzata nella mia 1ª Nota, e in anticipo di soli 5^s in confronto di quella ($5^h\,40^m\,30^s$ c.) calcolata dal G. Nella 4ª colonna del quadro ho voluto riportare anche le velocità calcolate per ogni stazione, paragonandone l'ora con quella epicentrale, testè trovata. Le medesime risultano alquanto oscillanti (3), e ciò dimostra di non potersi ancora contare su ore esattissime per

(1) Ove al gruppo I si volesse sostituire *Mostar*, la cui ora è abbastanza attendibile, si otterrebbero le seguenti velocità rispettive: 7.58 — 7.54 — 7.80 — 8.03.

(2) Si ottiene lo stesso risultato, se si sostituisce l'ora di *Mostar* all'ora media del gruppo I.

(3) A produrre il sensibile disaccordo tra le velocità, relative ai 4 osservatorî più vicini all'epicentro, deve indubbiamente aver concorso l'incertezza sulla vera posizione del medesimo.

tutti gli osservatorî. Pur non negando la possibilità d'una tenue influenza della costituzione geologica sulla propagazione delle onde sismiche, ritengo fermamente che la più parte delle oscillazioni è dovuta o a mancanza d'un rigoroso tempo campione, o a insufficiente sensibilità degli strumenti [1], o, infine, a qualcuna delle altre cause, ben note agli esperti in sismometria.

Termino col far riflettere che se da una parte è lodevole rendere presto noti i risultati di studio su qualche importante terremoto, dall'altra si rischia d'incorrere in equivoci più o meno gravi, specialmente se ci si fonda su notizie comunicate per telegrafo e, peggio ancora, con dispacci cifrati a scopo d'economia. Lo scambio d'una sola cifra nella copiatura, o trasmissione, o recezione di telegrammi siffatti, può notevolmente alterare qualche dato importante. Ciò è accaduto a me nella comunicazione che mi affrettai a fare intorno a un recente telesismo [2]. Infatti, basandomi sui telegrammi cifrati riportati nel N. 35 del *Bulletin d'èchanges* di Strasburgo, io attribuii all'osservatorio di Zi-Ka-Wei (Sciang-hai) la provenienza del terremoto dal sud, mentre fu stimata dal Kamtsciatka; e all'osservatorio di Zurigo la direzione W 30° N invece di N 17° E. Questi spiacevoli e involontari equivoci, che hanno provocato giuste rimostranze dei due anzidetti importantissimi osservatorî, sarebbero meno frequenti, se si attendessero le notizie per posta o dai bollettini sismici. Si comprenderebbe la rapida trasmissione di dati ad un osservatorio sismico centrale, quando ciò avesse un immediato interesse pratico, paragonabile a quello del presagio del tempo; ma, nel caso nostro, siamo pur troppo lontani dal prevedere i fenomeni sismici. E poichè le comunicazioni telegrafiche hanno il solo scopo di permettere una sollecita identificazione dell'epicentro dei telesismi, a me parrebbe preferibile apprenderlo, quasi sempre con maggior sicurezza, dai giornali, e, in mancanza di questi, procedere a tale determinazione in base a più esatto e abbondante materiale, pervenuto, è vero, più tardi, ma senza le forti spese telegrafiche e atto a condurre a più attendibili risultati.

[1] Ciò tende a ritardare l'inizio della perturbazione negli osservatorî più lontani e a deprimere per conseguenza la velocità corrispondente.

[2] *Il notevole telesismo del 3 febbraio 1923*, (Rend. della R. Acc. Naz. dei Lincei, 4 marzo 1923).

Distanza in km.	LOCALITA'	Ora (t. m. Gr) 5^h +	Velocità km./sec.	Distanza in km	LOCALITA'	Ora (t. m. Gr.) 5^h +	Velocità km./sec.
0	**Epicentro**	**40^m 25^s**		856	Hohenheim. . .	42^m 15^s	7.78
52	Mostar.	*i* 40^m 32^s	7.43	890	Lemberg. . . .	*e* » 18	7.88
62	Sinj.	*i* » (35)	6.20	898	Neuchâtel . . .	*e* » 25	7.48
107	Travnick. . . .	*i* » (45)	5.35	930	Strasburgo . . .	» 24	7.82
117	Sarajevo	*i* » (42)	6.88	950	Marsiglia. . . .	*e* » 40	7.04
291	Zagabria. . . .	*i* 41 3	7.66	976	Besanzone . . .	*e* » 36	7.45
310	Belgrado. . . .	40 59	9.12	1011	Taunus	*i* » 37	7.66
156	**Gruppo I**	**40^m 46^s**	**7 43** (1)	**859**	**Gruppo III**	**42^m 19^s**	**7 54**
342	M. Cassino. . .	41^m 15^s	6.84	1250	Barcellona . . .	*e* 42^m 3^s	7.91
362	Valle di Pompei.	*i* » 12	7.70	1252	Amburgo . . .	*e* » (1)	8.03
391	Ischia.	» 23	6.74	1272	Brusselle. . . .	*e* » 6	7.90
404	Rocca di Papa.	*i* » 19	7.48	1321	De Bilt.	» 14	7.82
415	Roma (Col. Rom.)	*i* » 22	7.28	1400	Tortosa	» 46	6.97
456	Trento.	» (20)	8.29	1402	Algeri	» 19	8.06
478	Firenze (Xim.) (2)	» (34)	6.93	1580	Alicante	» 47	7.82
479	Padova	» 36	6.75	**1354**	**Gruppo IV**	**43^m 19^s**	**7.78**
505	Sofia.	*i* » 23	8.71				
550	Vienna.	*i* » 34	7.97	1745	West Bromw. .	*i* 44^m 2^s	8.04
554	Livorno	» 36	7.80	1793	Toledo.	» 16	7.76
584	Salò.	» 40	7.79	1837	Upsala. . . .	» 24	7.68
624	Piacenza. . . .	*i* » 46	7.70	1883	Granata . . .	*i* » 31	7.65
627	Innsbruch . . .	*i* » 49	7.46	1954	Cairo	» 24	8.18
				1970	Malaga.	» 28	8.11
484	**Gruppo II**	**41^m 29^s**	**7.56**	1973	Eskdalemuir . .	» 27	8.15
687	Monaco Baviera.	*i* 41^m 55^s	7.63	2041	Ksara	» 24	8.54
714	Chur.	*e* 42 13	6.61	2057	Bergen.	« 42	8.00
777	Moncalieri . . .	» 11	7.33	2124	S. Fernando . .	» 54	7.90
806	Zurigo.	*e* » 10	7.68	2141	Coimbra	» 48	8.14
812	Atene	*i* » 2	8.37	**1956**	**Gruppo V**	**44^m 29^s**	**8 02**

(1) Risulta dal confronto dell'ora media del gruppo con quella all'epicentro e non coincide, in generale, con la media delle singole velocità soprastanti.

(2) Ho mantenuta quest'ora sol perchè si trova nei bollettini di Strasburgo e Zurigo, si avvicina a quella di Padova ed è stata già utilizzata dal Grablovitz, sebbene, come giustamente egli osserva, sarebbe stato prudente escluderla pel fatto che il bollettino dell'Osserv. Xim. riporta tre ore assai diverse (41^m 5^s, 41^m 27^s, 41^m 35^s) ricavate da 3 sismografi, e non dice a quale deve darsi la preferenza. Per il nostro scopo, la scelta avrebbe dovuto cadere sulla 1ª, come quella che anticipa di più; ma l'anticipo è troppo inverosimile e lascia perciò perplessi sull'attendibilità delle altre due.