## ATTI

DELLA

## REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCXX 1923

SERIE QUINTA

## RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

Fisica terrestre. — Il terremoto dell'Erzegovina del 15 marzo 1923 e sua ripercussione in Italia. — Nota di G. Aga-MENNONE, presentata dal Socio CERULLI.

Anche durante il marzo del 1923 i sismografi italiani hanno registrato numerosi telesismi di cui i più notevoli: a  $17^{\rm h}$  c. (t. m. Gr.) del giorno 2 coll'origine forse in Manciuria; a  $0^{\rm h}$  ½ c. del 4; a  $20^{\rm h}$  c. del 10 con probabile epicentro in Asia M.; a  $21^{\rm h}$  c. del 14 nelle Isole Filippine; a  $5^{\rm h}$  ¾ c. del 15 nell'Erzegovina; a  $7^{\rm h}$  ¼ c., pure del 15, con l'origine stimata a Km. 450 da Zurigo; a  $22^{\rm h}$  ¼ c. del 16 con probabile epicentro tra le I. Filippine e l'Indocina; a  $12^{\rm h}$  ¾ del 24 con l'origine stimata a Km. 5300 da Belgrado, 7200 da Faenza, 7800 da Strasburgo, 10000 da Ischia.

Per noi eccelle per importanza il terremoto dell'Erzegovina, perchè fu avvertito più o meno lieve in gran parte della Penisola italiana, ma vi perturbò fortemente i più delicati sismografi, tanto che qualche osservatorio credè trattarsi d'una forte scossa in Italia e con poca opportunità comunicò questa previsione ai giornali politici; i quali su questa errata falsariga pubblicarono articoli col sinistro titolo: Violenta scossa di terremoto in Italia! La nostra patria ha già si triste rinomanza in fatto di convulsioni telluriche, da non meritare davvero che se ne inventino anche delle altre che possono allontanare gli stranieri. Ma per fortuna, questa previsione fu ben presto smentita da ulteriori notizie dei giornali e da quelle pervenute al R. Ufficio Centr. di M. e G. che io riporto qui appresso, poste cortesemente a mia disposizione dal sig. Direttore (1). Si trattava, invero, d'una catastrofe sismica al di fuori d'Italia e precisamente sulla opposta sponda Adriatica. Da notizie da me subito chieste all'osservatorio di Belgrado, l'epicentro risulta a 30 Km. SW. da Mostar, in un distretto sismico ben noto (2). La scossa fu violentissima nella Bosnia, Erzegovina e Bassa Dalmazia, Cattaro compresa, con rovine e vittime e fu sentita fino a Zagabria, Belgrado e Lubiana, rispettivamente a 320, 325 e 400 Km. dall'epicentro.

Riassumo le notizie concernenti l'Italia, ponendo accanto ad ogni località il grado della scala "Mercalli" col quale la scossa fu avvertita: Popoli (IV) nell'Aquilano; Chieti (III); Grottammare, Pedaso (III-IV?) e Fermo nell'Ascolano; Camerino (III), Macerata (IV) e Osimo (IV-V);

<sup>(1)</sup> Le notizie per Trieste, Pola, Senigallia e Napoli sono tolte dai giornali.

<sup>(2)</sup> Ricordo il disastroso terremoto di Sinj (25 Km. NE. Spalato) del 2 luglio 1898, sul quale il Dott. M. Faidiga pubblicò nel 1903 un'estesa relazione nella R. Acc. della Sc. di Vienna, e le due scosse rovinose sopraggiunte il 6 febbraio 1923 proprio nella stessa zona\_ora colpita.

Ancona (III), Camerata P. (II), Senigallia (IV?), Montecarotto (III) e Sirolo (III); Pergola (IV) nel Pesarese; Città di Castello (II), Lisciano N. (II-III?), Assisi (I!-III) e Spoleto (III-IV) nell'Umbria; Sinalunga (II) e Poggibonsi (III?) nel Senese; Tivoli (II-III) e Rocca di Papa (II-III) nel Lazio; Montecalvo Irp. (II-III) nell'Avellinese; Napoli (II-III); Taranto (II); Pola (III-IV?); Trieste (III?); Venezia (III); Salò (II) nel Bresciano; Parma (II). Ovunque il movimento fu ondulatorio e di pochi secondi, e fu a due riprese a Pedaso, Camerata e Sirolo, e tre ad Osimo; ed è singolare che la scossa sia stata sentita in molte località delle Marche, e dell'Umbria, ed anche in Toscana e nel Lazio e perfino nell'Italia settentrionale, mentre niuna segnalazione s'ebbe dalla regione del Gargano, difaccia all'Erzegovina, e tanto meno dall'interno del Molise, della Capitanata e delle Puglie. Di tale forte anomalia si dovrà tener conto nello studio di questo importante sismo, pel quale saranno assai utili le predette notizie riguardanti l'Italia (1).

Il passaggio delle onde sismiche fu registrato in numerosi osservatori europei, e nel quadro in fine riporto: le ore di arrivo delle onde longitudinali (P) e trasversali (S) nelle varie località (2), disposte secondo la loro distanza D dall'epicentro; le differenze S-P con le corrispondenti distanze  $\triangle$ , tratte dalla nota tabella del Zeissig; le differenze D- $\triangle$  e, infine, la direzione. Le ore sono espresse in t. m. Gr. e diminuite di cinque ore intere, e le lettere e (emersio) e i (impetus), poste avanti ad alcune di esse, indicano che la perturbazione cominciò insensibilmente o bruscamente.

Il predetto quadro mostra che le ore, tranne le poche in parentesi, crescono abbastanza regolarmente con la distanza, e che in generale v'è sufficiente accordo tra  $D \in \Delta$ . Al contrario, la stima della direzione lascia sempre a desiderare, poichè su 30 osservatori, ben 13 non si pronunciano, 7 la dichiarano imprecisabile, 2 non l'hanno ancora determinata, e i restanti 8 l'indicano con più o meno fortuna (3).

Per conoscere la velocità delle onde sismiche, sarebbero stati preziosi i dati orarî degli osservatorî di *Mostar* e *Sinj*, dentro o presso la zona più

<sup>(1)</sup> Il terremoto sopra ricordato di Sinj, a c. 100 Km. NW dall'attuale focolare sismico, ebbe in Italia una eco ben minore, poichè fu appena avvertito a Rodi nel Gargano, Caldarola e Osimo nelle Marche, Spinea di M. (Venezia) e Piacenza. Fu sentito, pure debolmente, nell'isola di Sansego (presso Lussin Piccolo) e nell'Istria soltanto a Piemonte (Parenzo) e Trieste, e non a Fiume. Zagabria, Lubiana ecc.

<sup>(2)</sup> Le ore degli osservatori esteri e di quello Xim. di Firenze le ho tratte dai bollettini sismici di Strasburgo e Zurigo, e non ho creduto d'inserire nel quadro quelle di Domodossola (5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 29<sup>s</sup>) e Mileto (5<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 45<sup>s</sup>) perchè evidentemente difettose, e neppure quelle approssimative finora comunicate da altri osservatori.

<sup>(3)</sup> Prendo qui l'occasione per riparare ad una involontaria quanto spiacevole omissione, occorsa nella mia precedente Nota sul telesisma del 3 febbr. 1923; ed è che l'osserv. d'Ischia stimò le onde sismiche provenire da NE, in grande accordo con la realtà.

colpita; ma fino ad oggi non sono noti. In mancanza di meglio, la velocità superficiale viene determinata in base alle *medie* delle distanze e delle ore dei seguenti gruppi:

			_	_	_						
G к U Р Р О		nedio	P medio			S medio					
I (Belgrado, M. Cassino e Valle di P.)	Km.	850	5h	41 <sup>m</sup>	9*	c.	5 <sup>h</sup>	41 <sup>m</sup>	528	c.	
II (Firenze, Padova e Vienna)	22	580	>>	"	35	c.	"	42	32	c.	
III (Monaco di Baviera e Atene)	22	760	37	42	0	c.	"	43	18		
IV (Brusselle e Amburgo)	27	1255	"	43	4	c.	n	45	20		
V (W. Bromwich e Toledo)		1825	17	44	8		n	47	19	c.	
VI (Granata e Coimbra)	n	2075	n	"	39		n	48	7	c.	

Combinando i dati del I gruppo con i corrispondenti dei cinque successivi, si ottengono i valori della seguente tabella di sinistra:

	Velor	ità delle	onde	V	elocità ba	sata sull'or	a epicentr	al
San			on	de longitudi	nali	onde trasvers	ali	
1	ongitudin	ali	trasversali	I	7.29	Km./sec.	3.85	
I - II	6.92	Km /sec.	4.50	II	7.16	27	4.05	
I – III	8.04	22	4.77	III	7.68	n	4.29	
1 - IV	7.87	,	4.35	IV	7.70	n	4.20	
I - V	8.24	77	4.51	V	8.04	27	4.37	
I - VI	8.21		4.60	VI	8.04	n	4.45	
I hade				10 4				
Media	7.85	77	4.55	Media	7.65	"	4.20	

Poichè le onde longitudinali mostrano un lieve aumento di velocità con la distanza, assumo Km. 7,3 per la propagazione dall'epicentro fino a 350 Km. (Gruppo I), e allora risultano  $48^{\circ}$  per tale percorso, sicchè si avrà:  $5^{\circ}$   $41^{\circ}$   $9^{\circ}$  —  $48^{\circ}$  =  $5^{\circ}$   $40^{\circ}$   $21^{\circ}$  per l'ora epicentrale. Le velocità ottenute in base alla stessa, per i nostri 6 gruppi, figurano nella precedente tabella di destra e non differiscono sensibilmente da quelle trovate per altri terremoti. Con riferimento a quest'ora epicentrale, ecco le velocità ottenute per i vari osservatori (1):

<sup>(1)</sup> Certamente avrei raggiunto risultati più soddisfacenti, se avessi voluto sottoporre i dati dei 6 gruppi in questione al lungo calcolo de' minimi quadrati.

Belgrado	8.55	Firenze	6.99	Atene	7.77	De Bilt (Utrecht	7.80
Monte Cassino	6.57	Padova '	6.80	Zurigo	7.71	Algeri	8.09
Valle di Pompei	7.25	Vienna	7 81	Neuchâtel	7.50	West Bromvich	
Ischia	6.45	Livorno	7 73	Strasburgo	7.80	(presso Birmin- gham)	8.14
Rocca di Papa	7.33	Salò	7.85	Brusselle	7 45	Toledo	7.94
Roma	7.13	Piacenza	7.76	Amburgo	8.00	Granata	7.80
Trenta	7.63	Monaco	7.66	Barcellona	7 87	Coimbra	8.27
Media	7.27	Media	7.51	Media	7 73	Media	8.01

Stando al Bollettino sismico di Belgrado, pervenuto mentre correggo le bozze, la scossa fu registrata negli osservatori di Sinj, Mostar, Travnik e Sarajevo, rispettivamente a Km. 20 NW, 25 E, 40 NNE, 45 ENE dal presunto epicentro (43° 22′ c., 16° 59′ c. Gr.) (¹), e nei cui sismografi la perturbazione cominciò bruscamente a 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> (35<sup>s</sup>), 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 32<sup>s</sup>, 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> (45<sup>s</sup>) e 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> (42<sup>s</sup>) (²). Facendo la media di dette distanze e ore, si trova che a 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 38<sup>s</sup>,5 le onde più celeri sarebbero giunte a Km. 32,5 dall'epicentro, impiegando 4,5<sup>sec</sup> c. per coprire questa distanza alla velocità di 7,3 Km./sec., e perciò si otterrebbe 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 34<sup>s</sup> per l'ora epicentrale, di ben 13 sec. più alta di quella sopra calcolata.

Confrontando detta ora e distanza media con quelle spettanti a Belgrado ed ai sei gruppi sopra considerati, si ottengono le seguenti velocità superficiali:

Distanza	Km.	325	350	540	760	1255	1825	2075
Gruppo	Belgr	ado	I	II	III	IV	V	VI
Velocità	Km./	sec. 14,61	10,41	9,14	8,93	8,40	8,56	8,49

La troppo elevata velocità che risulta per Belgrado (3) e la sua rapidissima decrescenza, per i gruppi più vicini, può fare giustamente sospettare o una diversa posizione del vero epicentro, o una grande profondità del focolare sismico e tale da accrescere assai la velocità superficiale, o apparente, tra l'epicentro e le località meno lontane, o forse più semplicemente l'incertezza stessa delle ore della Bosnia ed Erzegovina.

Prendendo in considerazione la sola ora di Mostar (5<sup>h</sup>  $40^{m}$   $32^{s}$ ), la più attendibile, e la distanza di Km. 50 dall'epicentro, quale risulta per l'intervallo S — P =  $6^{s}$  colà determinato, si otterrebbe, sempre in base alla velocità di 7,3 Km./sec.,  $5^{h}$   $40^{m}$   $25^{s}$  c. per l'ora all'epicentro, in buon accordo con quella ( $5^{h}$   $40^{m}$   $21^{s}$ ) da me sopra trovata.

<sup>(1)</sup> Queste coordinate geografiche sono le medie di quelle dei villaggi Gorica, Drinovci e Tiholjina, costituenti l'epicentro.

<sup>(</sup>a) Le cifre racchiuse da parentesi sono incerte.

<sup>(3)</sup> Anche volendo confrontare l'ora di Belgrado con quella, più sicura, di Mostar, la velocità si ridurrebbe è vero, a Km. 11,11 o 10.19, secondo che si attribuisca a quest'ultimo Osservatorio la distanza di 25 o 50 Km. dall'epicentro; ma si tratta sempre d'una velocità troppo elevata.

106	, 2211 Im)	Ora di delle	arrivo onde	s-P	Δ	$D - \Delta$	Direzione	
D	LOCALITÀ	P S						
Km. 320	Benevento	m s (41.30)	m s	m s	Km. 600	Km. — 280		
325	Belgrado	i 40.59	i 41.46	0,47	430	- 105		
355	M. Cassino	41.15	» 55	n 40	360	- 5		
370	Valle di Pompei	i = 12	» 54	n 42	380	- 10		
400	Ischia (Porto)	· 23	42. 5	n 42	380	+ 20	ENE	
425	Rocca di Papa	i = 19	n 2	n 43	390	+ 35	Balcani	
435	Roma (Collegio Romano)	i " 22	n 10	n 48	435	0	"	
450	Trenta (Cosenza)	n 20	11-11	- }	600 700	$-\frac{150}{250}$		
510	Firenze (O. Ximeniano)	n 34	e n 14	n 40	360	+ 50	. 5	
510	Padova	n 36	» 50	1.14	675	-165	Bosnia?	
570	Vienna	i = 34	n 31	0.57	520	+ 50	All of bridge	
570	Messina	(42. 0)		-	600	- 30		
580	Livorno	41.36	-	-	3 -	-	13 12	
620	Salò (Brescia)	n 40	-	-	-	-	SW - NI	
660	Piacenza	i n 46	i 43.1 (1)		680	- 20		
720	Monaco di Baviera	i n 55	i = 17	n 22	750 (2			
800	Atene	i 42. 4	i " 19	n 15	680	+ 120	?	
840	Zurigo	e = 10	? " 55	» 45?	970(3	130	E 40° S Bosnia?	
930	Nenchâtel	e = 25	44.14	n 49	1010	- 80		
960	Strasburgo	n 24	(43,54)	(, 30)	830	+ 130	. 3	
1230	Brusselle	43. 6	? 45.20	2.14?	1260	-30?	S 40° I Italia	
1280	Amburgo	e n 1?	i = 20	n 19?	1310		non ance	
1290	Barcellona	e n 5	-	-	1130	+ 160	calcolat	
1320	Parigi (Parc St. M.)	(42.45)	(44.32)		990	1	3	
1350	De Bilt (Utrecht)	43.14	45.33	2.19	1310	1	9	
1440	Algeri	n 19	46. 7	n 48	1620			
1800	West Bromwich (pres- so Birmingham)		i 47.15	3.13	1890		0 10	
1850	Toledo	e n 14	i = 22	<b>"</b> 8	1830	+ 20	5	
1950	Granata	i " 31	i n 47	» 16	1920	+ 30	non anco	
2200	Coimbra	n 47	i 48.26	<b>»</b> 39	2180	+ 20	?	

<sup>(1)</sup> L'ora originale è 5h 42m 1', evidentemente equivocata per un minuto in meno.

<sup>(2)</sup> Nel Bollettino di Zurigo si trova  $\Delta=530$  km.

<sup>(3)</sup> Nei Bollettini di Zurigo e Strasburgo si trova  $\Delta = 700$  ?

<sup>(4)</sup> Riportata nel Bollettino di Strasburgo, mentre in quello di Zurigo si trova E 30° S.