

PUBBLICAZIONI
DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
diretto dal prof. ANTONINO LO SURDO Accademico d'Italia

N. 59

GUIDO PANNOCCHIA

Studio sulla fase massima
di un terremoto lontano

ROMA
ANNO MCMXLI-XIX

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA"
ANNO 12° - N. 5 - MAGGIO 1941 - XIX, pag. 595

Riassunto: Si espongono i risultati di uno studio condotto sulla fase massima di un terremoto di lontana origine. I risultati mostrano le difficoltà che si oppongono all'identificazione delle onde costituenti la fase massima con le onde previste dalla teoria di Rayleigh.

Come è noto, nelle registrazioni di terremoti a profondità normale, la parte più cospicua è quella relativa alle onde superficiali. La parte iniziale della così detta fase principale, quando esiste, è costituita da onde superficiali-tangenziali, del tipo Love. I gruppi di onde successivi presentano notevole componente verticale.

In questi gruppi, costituenti la così detta fase massima, molti sismologi hanno voluto vedere la realizzazione delle onde previste dalla teoria di Rayleigh.

Sono conosciute le caratteristiche fondamentali delle onde di Rayleigh: queste onde consistono in oscillazioni ellittiche della particella sollecitata, contenute nel piano principale di propagazione della sollecitazione elastica; inoltre, nel caso di un mezzo isotropo, e ritenendo il coefficiente σ di Poisson uguale a $1/4$, il rapporto fra il movimento in senso verticale e quello in senso orizzontale da esse determinato, si aggira intorno a 1,5, essendo leggermente più piccolo qualora si consideri un mezzo non isotropo.

L'osservazione della fase massima di moltissimi terremoti ha mostrato una sensibile disparità fra teoria e pratica, per quanto si riferisce al rapporto su accennato, nel senso che esso riesce sempre più piccolo del valore previsto dalla teoria. Si obietta che ciò può essere dovuto a più rapido smorzamento del moto verticale con la distanza o all'esistenza di onde tangenziali nella fase massima. Ma questa spiegazione va accolta con molta riserva.

L'altra proprietà della teoria di Rayleigh, che prescrive oscillazioni nel piano principale non è praticamente mai rispettata dalle onde massime. Recenti ricerche ⁽¹⁾ facevano anzi sospettare che le vibrazioni della particella raggiunta dalla sollecitazione delle onde costituenti la fase massima tendessero a girare intorno all'asse di propagazione e che, nei pochi casi di polarizzazione, questa si verificasse in piani del tutto diversi, secondo gli azimut più disparati.

Appunto allo scopo di contribuire ad una sempre maggiore conoscenza delle caratteristiche della fase massima e di vedere fino a che punto queste caratteristiche possono conciliarsi con quelle previste dalla teoria delle onde di Rayleigh fu iniziata una ricerca su onde superficiali della fase massima di un terremoto di grande distanza epicentrale $\Delta = 18370 \div 18400$, ricerca

che verrà estesa successivamente ad altri terremoti delle più diverse origini e direzioni di provenienza. La ricerca, limitata per ora alle registrazioni ottenute in Roma, sarà in un secondo tempo allargata ad altre stazioni, al fine di individuare, nel limite del possibile, l'azione locale del sottosuolo.

Le registrazioni sottoposte ad esame sono quelle determinate a Roma da un terremoto avvenuto nei pressi della Nuova Zelanda, il 16-XII-1938, le cui coordinate epicentrali approssimative furono fissate da Wellington nei seguenti valori:

$$\varphi = 45^{\circ} \text{ S} \quad ; \quad \lambda = 167^{\circ} \text{ E} .$$

Il terremoto è stato registrato dalle ore 16 e 41 alle 22 ca. (ora Europa Centrale).

Lo studio fu condotto sulla fase massima registrata da tre apparecchi Galitzin-Wilip, di cui seguono le costanti:

		t_s	t_g	v_m	K	c_1
Galitzin-Wilip	N-S	9,7	10,08	1309	137,6	0,0026
»	» E-W	9,7	10,15	1560	169,0	0,0021
»	» V	9,7	10,10	1200	173,6	0,0053

Come è noto, la teoria dei sismografi prevede uno sfasamento fra i tempi dei massimi dell'onda nel terremoto e dell'onda registrata. Dato lo scopo della presente ricerca e il fatto che i periodi variano piuttosto lentamente, così da ritenere trascurabili le variazioni relative nei tempi dei massimi registrati, si è ritenuto superfluo di procedere al calcolo dei tempi reali. I tempi riportati sono pertanto quelli letti sul sismogramma, tenuto conto naturalmente della correzione del pendolo regolatore.

Nel terremoto sopra detto abbiamo preso in considerazione della fase massima il tratto dalle ore 19^h 53^m 04^s,9 fino alle ore 20^h 06^m 03^s,7.

Per ognuna delle tre componenti principali del movimento abbiamo preso i massimi successivi determinandone l'istante, l'ampiezza in micron e il senso; in corrispondenza di ciascun massimo di ognuna delle tre componenti abbiamo determinato lo spostamento sulle altre due componenti.

Abbiamo così ottenuta la seguente tabella:

[h, m, s significano rispettivamente, ora, minuto, secondo;

Z significa componente verticale (Galitzin-Wilip);

N-S, E-W significano componenti orizzontali (Galitzin-Wilip);

T significa periodo in secondi del movimento;

μ significa micron di spostamento reale del suolo;

m_N, m_E, m_Z significano massimi presi rispettivamente nelle tre componenti;

N-E, N-W, S-E, S-W significa quadrante in cui viene a trovarsi il vettore risultante dei due orizzontali.]

				Z		N-S		E-W			
	h	m	s	T	μ	T	μ	T	μ		
1	19	53	04,9	20,3	+ 2,7	19,0	- 14,9	20,6	+ 11,4	m _E	S-E
2			06,7	16,2	- 6,7	19,0	- 20,2	20,6	+ 6,3	m _N	S-E
3			09,7	16,2	- 12,2	19,0	- 5,3	20,6	+ 5,7	m _Z	S-E
4			14,7	24,4	+ 13,8	18,0	+ 16,0	20,6	- 5,7	m _N	N-W
5			17,8	24,4	+ 22,1	18,0	+ 6,9	20,6	- 8,9	m _Z	N-W
6			17,9	24,4	+ 22,1	18,0	+ 6,9	20,6	- 8,9	m _E	N-W
7			25,2	24,4	+ 4,1	22,0	- 21,1	22,7	+ 6,4	m _N	S-E
8			31,9	28,4	- 20,3	20,0	+ 6,5	22,7	+ 10,3	m _Z	N-E
9			32,1	28,4	- 20,3	20,0	+ 7,6	22,7	+ 11,1	m _E	N-E
10			37,2	28,4	- 8,1	20,0	+ 16,2	22,7	- 4,8	m _N	N-W
11			41,2	21,3	+ 12,8	20,0	+ 8,1	22,7	- 14,3	m _E	N-W
12			43,0	21,3	+ 17,05	22,0	- 7,9	22,7	- 10,3	m _Z	S-W
13			46,7	21,3	+ 12,0	22,0	- 22,9			m _N	S
14			49,9	18,3	- 1,4	22,0	- 16,7	17,5	+ 8,5	m _E	S-E
15			54,1	18,3	- 12,1	20,0	+ 6,1	17,5	+ 1,3	m _Z	N-E
16			56,3	18,3	- 8,6	20,0	+ 10,8	22,7	- 5,1	m _N	N-W
17			59,5	20,3	+ 3,6	20,0	+ 9,7	22,7	- 12,7	m _E	N-W
18	54		04,7	20,3	+ 27,9	20,0	- 8,2	22,7	- 7,1	m _Z	S-W
19			08,8	20,3	+ 3,6	20,0	- 13,5	17,5	+ 8,0	m _E	S-E
20			11,5	19,3	- 15,7	20,0	- 17,6	17,5	+ 4,9	m _N	S-E
21			13,8	19,3	- 24,0					m _Z	Z
22			15,7	19,3	- 20,8	20,3	+ 19,8	16,4	- 3,8	m _N	N-W
23			18,4	19,3	- 4,5	20,3	+ 17,1	16,4	- 5,5	m _E	N-W
24			23,8	20,3	- 34,2			23,7	+ 7,1	m _Z	E
25			28,7			20,0	- 18,9	23,7	+ 8,0	m _N	S-E
26			30,6	17,3	- 14,6	20,0	- 14,9	23,7	+ 10,6	m _E	S-E
27			32,9	17,3	- 22,8	21,0	+ 13,1	23,7	+ 1,8	m _Z	N-E
28			37,2	17,3	- 1,3	21,0	+ 33,1	17,5	- 4,4	m _N	N-W
29			40,2	20,3	+ 23,4	21,0	+ 18,5	17,5	- 5,3	m _E	N-W
30			43,0	20,3	+ 26,1	21,0	+ 1,5	24,7	+ 4,9	m _Z	N-E
31			48,2	17,9	- 4,1	16,5	- 14,9	24,7	+ 13,7	m _N	S-E
32			48,4	17,9	- 6,1	16,5	- 14,5	24,7	+ 13,7	m _E	S-E
33			51,5	17,9	- 15,0	19,0	+ 11,9	24,7	+ 11,7	m _Z	N-E
34			55,2	17,9	- 4,8	19,0	+ 19,0			m _N	N
35	55		00,6	18,3	+ 15,0			22,7	- 8,7	m _Z	W
36			02,6	18,3	+ 12,8	17,4	- 11,2	22,7	- 10,3	m _E	S-W
37			03,7	18,3	+ 8,6	17,4	- 18,0	22,7	- 9,5	m _N	S-W
38			09,7	16,2	- 10,0	18,5	+ 2,8	17,0	+ 5,9	m _Z	N-E
39			12,2	16,2	- 4,4	18,5	+ 20,9	17,0	+ 10,1	m _E	N-E
40			12,8	16,2	- 1,7	18,5	+ 22,0	17,0	+ 10,1	m _N	N-E
41			19,3	22,3	+ 30,5	18,1	- 3,2	24,0	- 18,2	m _Z	S-W
42			22,7	22,3	+ 13,6	18,1	- 16,2	24,0	- 32,8	m _E	S-W
43			24,5			18,1	- 20,0	24,0	- 28,3	m _N	S-W
44			28,9	19,3	- 20,0	21,6	+ 14,2	18,4	+ 3,4	m _Z	N-E
45			31,7	19,3	- 12,8	21,6	+ 38,3	18,4	+ 13,8	m _E	N-E
46			32,6	19,3	- 8,0	21,6	+ 42,5	18,4	+ 13,8	m _N	N-E
47			39,0	19,3	+ 27,2	18,5	- 6,8	20,0	- 8,3	m _Z	S-W

				Z		N - S		E - W			
	h	m	s	T	μ	T	μ	T	μ		
48	19	55	40,7	19,3	+ 21,6	18,5	- 15,8	20,0	- 15,4	m _E	S-W
49			43,3			18,5	- 24,9	20,0	- 11,2	m _N	S-W
50			48,0	18,3	- 17,1	20,6	+ 8,8	22,0	+ 0,7	m _Z	N-E
51			51,4	18,3	- 6,4	20,6	+ 37,3	22,0	+ 10,3	m _N	N-E
52			54,7	19,3	+ 13,6	20,6	+ 21,2	22,0	+ 14,7	m _E	N-E
53			59,1	19,3	+ 21,6	20,6	+ 1,5	21,0	- 11,3	m _Z	N-W
54		56	01,5	19,3	+ 3,2	17,5	- 15,2	21,0	- 6,6	m _N	S-W
55			02,7	14,2	- 1,8	17,5	- 14,7	21,0	- 9,9	m _E	S-W
56			05,5	14,2	- 8,8	17,5	- 4,5	21,0	- 7,9	m _Z	S-W
57			08,9	17,3	+ 2,3	14,0	+ 8,3			m _N	N
58			12,8	17,3	+ 19,0			18,5	+ 6,5	m _Z	E
59			15,1	17,3	+ 12,7	16,0	- 4,8	18,5	+ 8,4	m _E	S-E
60			18,7	17,3	- 12,1	16,0	- 13,3	18,5	+ 3,5	m _N	S-E
61			21,8	17,3	- 20,9	17,2	+ 5,8	16,5	- 6,1	m _Z	N-W
62			24,0	17,3	- 10,8	17,2	+ 13,7	16,5	- 12,8	m _E	N-W
63			25,7	20,6	+ 1,9	17,2	+ 15,6	16,5	- 8,8	m _N	N-W
64			30,1	20,6	+ 37,2			19,6	+ 11,9	m _Z	E
65			33,6	20,6	+ 21,4	20,0	- 21,6	19,6	+ 28,9	m _E	S-E
66			35,7			20,0	- 27,0	19,6	+ 23,8	m _N	S-E
67			40,2	18,9	- 28,4			18,5	- 20	m _Z	W
68			41,8	18,9	- 24,5	17,2	+ 6,8	18,5	- 22	m _E	N-W
69			44,2	18,9	- 10,0	17,2	+ 15,1	18,5	- 15,5	m _N	N-W
70			50,2	21,4	+ 43,7	17,2	- 1,9	18,5	+ 22,5	m _Z	S-E
71			51,2	21,4	+ 38,6			18,5	+ 25,5	m _E	E
72		57	00,1	18,5	- 19,7			18,5	- 16,0	m _Z	W
73			01,5					18,5	- 17,4	m _E	W
74			09,7	22,0	+ 25,0			18,3	+ 24,0	m _Z	E
75			09,7	22,0	+ 25,0			18,3	+ 24,0	m _E	E
76			18,2					18,3	- 15,6	m _E	W
77			29,5					26,4	+ 27,6	m _E	E
78			33,2	17,0	- 6,1			26,4	+ 24,1	m _Z	E
79			42,2	21,6	+ 37,4			24,4	- 22,8	m _Z	W
80			46,0	21,6	+ 8,3			24,4	- 34,2	m _E	W
81			51,7	19,2	- 37,2			19,1	+ 14,4	m _Z	E
82			55,1	19,2	- 9,5	20,0	+ 12,2	19,1	+ 25,6	m _E	N-E
83			57,7	18,4	+ 19,6	20,0	+ 16,2	19,1	+ 14,9	m _N	N-E
84		58	01,2	18,4	+ 38,9	20,0	+ 4,7	19,1	- 13,9	m _Z	N-W
85			04,7	18,4	+ 18,0	21,6	- 23,3	19,1	- 25,2	m _E	S-W
86			07,2	17,6	- 13,1	21,6	- 32,5	19,1	- 14,4	m _N	S-W
87			10,7	17,6	- 29,5	21,6	- 15,0	18,3	+ 13,7	m _Z	S-E
88			13,8	17,6	- 7,9	16,5	+ 4,1	18,3	+ 20,5	m _E	N-E
89			15,9	18,0	+ 15,1	16,5	+ 10,9	18,3	+ 13,7	m _N	N-E
90			19,2	18,0	+ 30,3	16,5	+ 1,8	21,5	- 8,4	m _Z	N-W
91			22,8	18,0	+ 8,9	16,5	- 6,8	21,5	- 21,7	m _E	E-W
92			24,0	16,0	- 1,1	16,5	- 9,0	21,5	- 21,7	m _N	S-W
93			26,9	16,0	- 17,9	16,5	- 3,6	21,5	- 10,1	m _Z	S-W
94			31,1			16,5	+ 7,2	17,3	+ 10,0	m _N	N-E

				Z		N - S		E - W			
	h	m	s	T	μ	T	μ	T	μ		
95	19	58	32,4	16,0	+ 7,6	16,5	+ 4,5	17,3	+ 11,8	m _E	N-E
96			35,7	16,0	+ 20,6	18,5	- 5,6	17,3	+ 5,2	m _Z	S-E
97			40,2	17,0	- 3,7	18,5	- 26,0	20,3	- 8,7	m _N	S-W
98			43,0	17,0	- 22,0	18,5	- 9,9	20,3	- 11,1	m _E	S-W
99			43,7	17,0	- 23,2	18,5	- 4,5	20,3	- 10,9	m _Z	S-W
100			43,7	17,0	- 1,9	16,5	+ 16,3	20,3	- 6,8	m _N	N-W
101			52,1	17,0	+ 30,6	18,5	- 2,8	20,3	+ 4,3	m _E	S-E
102			52,2	17,0	+ 31,2	18,5	- 4,5	20,3	+ 4,3	m _Z	S-E
103			58,0	17,0	- 12,2	18,5	- 30,5	18,3	- 1,0	m _N	S-W
104	59		00,7	17,0	- 28,7	18,5	- 14,1	18,3	- 3,9	m _Z	S-W
105			02,1	17,0	- 24,4	16,5	+ 2,7	18,3	- 3,9	m _E	N-W
106			05,6	18,3	+ 4,3	16,5	+ 19,9	12,2	+ 0,5	m _N	N-E
107			07,2	18,3	+ 19,3	16,5	+ 16,7	12,2	+ 1,8	m _E	N-E
108			09,2	18,3	+ 27,1	16,5	+ 5,4	12,2	+ 1,0	m _Z	N-E
109			14,8	15,6	- 3,6	16,5	- 19,0	14,2	- 5,6	m _E	S-W
110			15,5	15,6	- 5,7	16,5	- 19,9	14,2	- 5,0	m _N	S-W
111			17,8	15,6	- 14,5	16,5	- 5,0	20,3	+ 1,2	m _Z	S-E
112			21,4	15,6	- 1,2	15,8	+ 21,8	20,3	+ 11,9	m _N	N-E
113			23,8	15,6	+ 11,9	15,8	+ 16,4	20,3	+ 14,8	m _E	N-E
114			25,4	15,6	+ 14,5	15,8	+ 8,9	20,3	+ 11,7	m _Z	N-E
115			30,8	15,6	- 5,7	15,8	- 14,3	18,3	- 16,1	m _N	S-W
116			31,9	15,6	- 11,4	15,8	- 13,0	18,3	- 20,0	m _E	S-W
117			32,9	15,6	- 14,1	15,8	- 8,4	18,3	- 16,6	m _Z	S-W
118			37,2	17,3	+ 1,3	17,1	+ 15,0	17,3	+ 2,6	m _N	N-E
119			40,8	17,3	+ 22,8	17,1	+ 9,7	17,3	+ 16,4	m _Z	N-E
120			41,8	17,3	+ 21,6	17,1	+ 5,0	17,3	+ 17,0	m _E	N-E
121			45,1	17,3	+ 1,9	14,6	- 9,5	18,3	- 1,9	m _N	S-W
122			48,5	14,6	- 10,2	16,3	+ 1,8	18,3	- 13,7	m _Z	N-W
123			49,0	14,6	- 9,6	16,3	+ 4,4	18,3	- 13,7	m _E	N-W
124			52,5	14,6	+ 1,5	16,3	+ 15,0	18,3	- 3,9	m _N	N-W
125			56,1	14,6	+ 14,8	16,3	+ 1,4	16,2	4,6	m _Z	N-E
126			56,1	14,6	+ 14,8	16,3	+ 1,4	16,2	+ 4,6	m _E	N-E
127	20	00	01,6	17,1	- 11,4	16,5	- 22,6	16,2	- 5,8	m _N	S-W
128			03,1	17,1	- 23,7	16,5	- 20,3	16,2	- 7,3	m _E	S-W
129			04,7	16,2	- 22,2	16,5	- 0,9	16,2	- 5,8	m _Z	S-W
130			07,7	16,2	- 4,4	18,3	+ 26,0	16,5	+ 4,4	m _N	N-E
131			11,8	20,0	+ 42,5	18,3	+ 8,8	16,5	+ 19,2	m _E	N-E
132			13,3	20,0	+ 51,2	17,5	- 2,0	16,5	+ 18,4	m _Z	S-E
133			17,8	20,0	+ 6,9	17,5	- 25,8	16,5	- 13,8	m _N	S-W
134			18,9	(16,7)	- 8,3	17,5	- 25,3	16,5	- 16,8	m _E	S-W
135			23,0	16,7	- 24,2	17,3	+ 8,9	20,6	+ 1,0	m _Z	N-E
136			25,4	(16,7)	- 11,8	17,3	+ 18,3	20,6	+ 20,3	m _N	N-E
137			28,6	21,3	+ 31,1	17,3	+ 5,9	20,6	+ 38,8	m _E	N-E
138			31,1	21,3	+ 42,1	20,3	- 7,0	20,6	+ 26,0	m _Z	S-E
139			34,9	21,3	+ 16,0	20,3	- 25,3	19,0	- 13,2	m _N	S-W
140			38,2	16,2	- 6,6	20,3	- 14,0	19,0	- 31,25	m _E	S-W
141			40,2	16,2	- 10,0	20,3	- 2,8	19,0	- 23,3	m _Z	S-W

	h m s			Z		N - S		E - W			
				T	μ	T	μ	T	μ		
142	20	00	43,5	16,2	- 2,8	17,1	+ 7,3	16,5	+ 8,0	m _N	N-E
143			46,1			17,1	+ 4,8	16,5	+ 23,2	m _E	N-E
144			56,5	18,3	+ 11,4			18,5	- 23,0	m _E	W
145			58,5	18,3	+ 12,2	19,3	- 6,2	18,5	- 12,5	m _Z	S-W
146		01	01,1			19,3	- 7,4	14,4	+ 7,4	m _N	S-E
147			03,7	15,1	- 2,0	19,3	- 2,5	14,4	+ 12,2	m _E	S-E
148			06,7	15,1	- 8,3	19,3	+ 18,6	14,4	+ 2,6	m _Z	N-E
149			08,7	15,1	- 6,4	19,3	+ 22,3	14,4	- 3,8	m _N	N-W
150			10,8	18,2	+ 2,8	19,3	+ 19,2	14,4	- 8,3	m _E	N-W
151			14,7	18,2	+ 23,2	17,3	- 2,0	14,4	+ 1,6	m _Z	S-E
152			17,4	18,2	+ 2,8	17,3	- 18,3	14,4	+ 9,6	m _E	S-E
153			20,3	16,1	- 3,8	17,3	- 26,7	14,4	+ 3,8	m _N	S-E
154			23,8	16,1	- 19,7	18,3	+ 14,4	16,5	- 11,9	m _Z	N-W
155			25,9	16,1	- 14,3	18,3	+ 33,2	16,5	- 16,8	m _N	N-W
156			26,0	16,1	- 14,3	18,3	+ 33,2	16,5	- 16,8	m _E	N-W
157			32,1	19,2	+ 42,7	18,3	+ 2,2	17,5	+ 24,2	m _E	N-E
158			32,3	19,2	+ 43,5			17,5	+ 24,2	m _Z	E
159			37,1	19,2	+ 1,6	18,3	- 29,3	17,5	+ 4,5	m _N	S-E
160			41,7	17,2	- 33,75	17,3	+ 1,0	17,5	+ 1,3	m _Z	N-E
161			42,3	17,2	- 33,75	17,3	+ 9,9	17,5	- 24,2	m _E	N-W
162			44,5	17,2	- 17,5	17,3	+ 24,7	17,5	- 15,2	m _N	N-W
163			50,4	20,1	+ 45,6	20,3	- 1,4	17,5	+ 3,3	m _E	S-E
164			50,9	20,1	+ 48,3	20,3	- 4,9	17,5	+ 32,6	m _Z	S-E
165			56,1			20,3	- 21,1	17,5	- 13,8	m _N	S-W
166			59,5	17,2	- 24,4	20,3	- 7,7	17,5	- 34,8	m _E	S-W
167		02	00,0	17,2	- 26,9	20,3	- 4,5	17,5	- 33,5	m _Z	S-W
168			06,7	24,0	+ 23,9	19,6	+ 9,6	17,0	+ 33,8	m _N	N-E
169			06,7	24,0	+ 23,9	19,6	+ 9,6	17,0	+ 33,8	m _E	N-E
170			09,7	24,0	+ 39,8	19,6	+ 4,5	17,0	+ 17,3	m _Z	N-E
171			15,5	24,0	+ 6,6	21,6	- 18,3	16,0	- 25,0	m _E	S-W
172			17,9			21,6	- 22,5	16,0	- 13,6	m _N	S-W
173			21,7	20,0	- 11,3	21,6	- 5,0	16,0	+ 18,2	m _Z	S-E
174			23,7	20,0	- 9,5	20,6	+ 13,2	16,0	+ 24,6	m _E	N-E
175			26,0	20,0	- 5,2	20,6	+ 30,7	16,0	+ 12,1	m _N	N-E
176			31,1	24,0	+ 15,9	20,6	+ 5,8	16,0	- 15,2	m _E	N-W
177			33,7	24,0	+ 23,9	18,5	- 9,0	16,0	- 10,2	m _Z	S-W
178			36,7	24,0	+ 21,2	18,5	- 20,3	16,6	+ 13,3	m _N	S-E
179			38,7	24,0	+ 9,3	18,5	- 14,2	16,6	+ 21,0	m _E	S-E
180			43,7	16,0	- 7,6	18,5	+ 13,0			m _Z	N
181			45,3	16,0	- 7,1	18,5	+ 13,6	16,0	- 8,3	m _N	N-W
182			47,7	18,0	+ 2,7	18,5	+ 10,2	16,0	- 15,2	m _E	N-W
183			51,7	18,0	+ 12,4	22,7	- 13,4			m _Z	S
184			55,0	18,0	+ 7,6	22,7	- 21,9	17,0	+ 18,6	m _N	S-E
185			55,7	18,0	+ 2,7	22,7	- 21,9	17,0	+ 19,0	m _E	S-E
186		03	00,7	16,0	- 7,6	22,7	- 5,7	17,0	- 4,2	m _Z	S-W
187			03,7	20,0	+ 5,2	14,4	+ 4,3	17,0	- 12,7	m _E	N-W
188			03,7	20,0	+ 5,2	14,4	+ 4,3	17,0	- 12,7	m _N	N-W

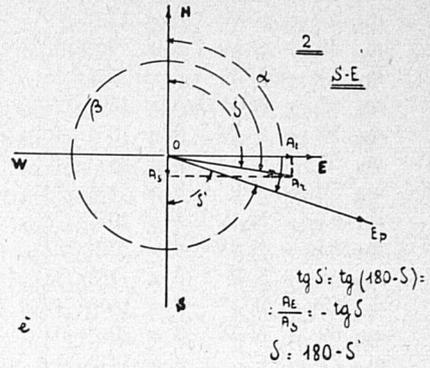
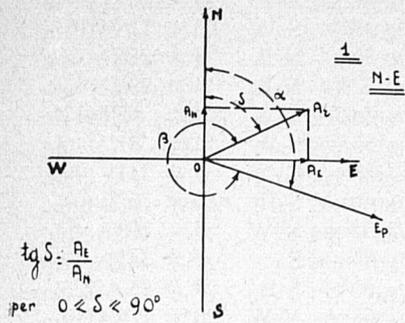
				Z		N - S		E - W			
	h	m	s	T	μ	T	μ	T	μ		
189	20	03	08,2	19,0	+ 13,9			14,0	+ 1,5	m _Z	E
190			10,7	19,0	+ 9,3			14,0	+ 11,1	m _E	E
191			16,2	15,0	- 6,8			16,0	- 4,2	m _Z	W
192			18,7	15,0	- 4,4			16,0	- 8,3	m _E	W
193			25,7	20,0	+ 23,4			14,0	+ 8,6	m _Z	E
194			25,7	20,0	+ 23,4			14,0	+ 8,6	m _E	E
195			33,7	17,0	- 11,0	16,3	- 3,1	16,0	- 12,9	m _E	S-W
196			34,2	18,0	- 11,0	16,3	- 3,5	16,0	- 12,4	m _Z	S-W
197			36,8	18,0	- 8,9	16,3	- 9,7			m _N	S
198			40,9	18,0	- 2,7	19,3	+ 6,7	17,0	+ 22,8	m _E	N-E
199			43,0	20,5	+ 18,4	19,3	+ 21,7	17,0	+ 13,1	m _N	N-E
200			45,2	20,5	+ 23,9	19,3	+ 18,8	17,0	+ 4,6	m _Z	N-E
201			49,9	20,5	+ 3,7			18,0	- 30,0	m _E	W
202			55,1	19,0	- 23,2	17,1	- 24,7	17,2	+ 4,7	m _N	S-E
203			55,2	19,0	- 23,2	17,1	- 24,7	17,2	+ 4,7	m _Z	S-E
204			58,7	19,0	- 10,1	17,1	+ 3,9	17,2	+ 29,4	m _E	N-E
205	04		01,4	19,0	+ 15,5	17,1	+ 24,8	17,2	+ 19,0	m _N	N-E
206			04,7	19,0	+ 35,6	17,1	+ 11,1	18,0	- 11,3	m _Z	N-W
207			07,7	19,0	+ 16,2	18,7	- 15,6	18,0	- 22,2	m _E	S-W
208			11,6	17,0	- 23,0	18,7	- 41,0	18,0	- 6,1	m _N	S-W
209			13,2	17,0	- 25,7	18,7	- 36,4	17,0	+ 5,1	m _Z	S-E
210			15,7	17,0	- 17,1			17,0	+ 11,0	m _E	E
211			18,0	17,0	+ 3,7	14,7	+ 22,7	17,0	+ 7,6	m _N	N-E
212			21,7	17,0	+ 26,9	14,7	+ 5,9	12,0	- 3,0	m _Z	N-W
213			23,7	17,0	+ 20,2	17,7	- 8,3	12,0	- 3,5	m _E	S-W
214			28,7	15,0	- 12,4	17,7	- 32,0	13,0	+ 5,2	m _N	S-E
215			28,7	15,0	- 12,4	17,7	- 32,0	13,0	+ 5,2	m _E	S-E
216			29,7	15,0	- 13,1	17,7	- 29,9	13,0	+ 4,0	m _Z	S-E
217			34,4	15,0	+ 2,7	15,7	+ 23,2	16,0	- 5,7	m _N	N-W
218			36,7	15,0	+ 11,6	15,7	+ 17,0	16,0	- 8,7	m _E	N-W
219			37,2	15,0	+ 12,1	15,7	+ 14,9	16,0	- 7,9	m _Z	N-W
220			44,2	14,5	- 9,6	15,7	- 13,2	16,0	+ 13,6	m _E	S-E
221			44,6	14,5	- 10,1	15,7	- 20,7	16,0	+ 13,6	m _N	S-E
222			44,7	14,5	- 10,1	15,7	- 20,7	16,0	+ 13,3	m _Z	S-E
223			49,8	16,5	+ 13,2	13,8	+ 14,9	16,0	- 6,6	m _N	N-W
224			51,7	16,5	+ 22,4	13,8	+ 12,4	16,0	- 9,1	m _E	N-W
225			52,5	16,5	+ 23,0	13,8	+ 10,8	16,0	- 9,1	m _Z	N-W
226			59,2	16,5	- 24,4	14,9	- 14,4	15,0	+ 4,4	m _N	S-E
227	05		00,5	16,5	- 26,5	14,9	- 12,1	15,0	+ 5,2	m _Z	S-E
228			00,7	16,5	- 26,5	14,9	- 11,0	15,0	+ 5,5	m _E	S-E
229			05,2	17,3	+ 5,0	14,8	+ 21,6	12,0	- 0,75	m _N	N-W
230			07,7	17,3	+ 32,0	14,8	+ 14,4	12,0	- 2,5	m _E	N-W
231			09,2	17,3	+ 37,6	14,8	+ 8,4	12,0	- 1,7	m _Z	N-W
232			14,7	17,3	- 13,7	15,2	- 25,1	14,4	+ 3,5	m _E	S-E
233			15,4	17,3	- 23,5	15,2	- 25,9	14,4	+ 3,5	m _N	S-E
234			17,6	17,3	- 33,0	15,2	+ 24,3	14,4	+ 0,6	m _Z	N-E
235			20,7	17,3	- 16,2	15,2	+ 28,2	15,0	- 6,5	m _E	N-W

				Z		N - S		E - W			
	h	m	s	T	μ	T	μ	T	μ		
236	20	05	20,7	17,3	-16,2	15,2	+28,2	15,0	-6,5	m_N	N-W
237			26,0	16,9	+37,4	15,2	+14,3	14,0	+2,1	m_Z	N-E
238			28,7	16,9	+22,3	17,1	-25,1	14,0	+4,3	m_E	S-E
239			30,2	16,9	+7,2	17,1	-37,7	14,0	+3,7	m_N	S-E
240			34,4	16,9	-37,4	15,2	+2,2	14,8	-5,3	m_Z	N-W
241			35,2	16,9	-35,0	15,2	+20,4	14,8	-5,7	m_E	N-W
242			36,9	16,9	-22,7	15,2	+25,9	14,8	-4,0	m_N	N-W
243			41,2	16,9	+30,3	15,2	+7,8	12,0	+3,7	m_E	N-E
244			43,8	16,9	+42,3	16,2	-13,6	12,0	+2,5	m_Z	S-E
245			47,6			16,2	-27,1	17,6	-5,0	m_N	S-W
246			48,7	17,0	-14,7	16,2	-25,4	17,6	-15,4	m_E	S-W
247			51,7	17,0	-40,3	15,2	+17,3	17,6	-9,9	m_Z	N-W
248			53,5	17,0	-32,4	15,2	+23,1			m_N	N
249			58,2	17,0	+32,3	15,2	+3,1	16,4	+19,8	m_E	N-E
250	06	01,7		17,0	+48,3	16,2	-10,9	16,4	+13,5	m_Z	S-E
251		03,7		17,0	+17,1	16,2	-21,9	18,0	-24,6	m_N	S-W

Con i valori ottenuti nella tabella precedente abbiamo calcolato l'angolo β che il vettore risultante dei due orizzontali forma con il senso spettante alla direzione stazione-epicentro. Prendendo sempre tale angolo in senso orario a partire dalla detta direzione orientata, a secondo che il vettore risultante dei due orizzontali si trova in uno dei quattro quadranti N-E, S-E, S-W, N-W, β risulta espresso come da fig. 1.

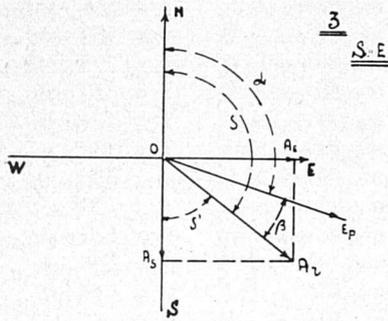
In base a questo schema e con i valori ottenuti nella tabella riportata prima abbiamo ottenuto, agli istanti considerati, i seguenti valori di β :

m_E 1 — S-E	$\beta = 34^\circ 24'$	m_N 2 — S-E	$\beta = 54^\circ 30'$
m_Z 3 — S-E	$\beta = 24^\circ 44'$	m_N 4 — N-W	$\beta = 231^\circ 42'$
m_Z 5 — N-W	$\beta = 199^\circ 36'$	m_E 6 — N-W	$\beta = 199^\circ 36'$
m_N 7 — S-E	$\beta = 54^\circ 57'$	m_Z 8 — N-E	$\beta = 309^\circ 34'$
m_N 9 — N-E	$\beta = 307^\circ 25'$	m_N 10 — N-W	$\beta = 235^\circ 19'$
m_E 11 — N-W	$\beta = 191^\circ 21'$	m_Z 12 — S-W	$\beta = 124^\circ 20'$
m_N 13 — S	$\beta = 71^\circ 49'$	m_E 14 — S-E	$\beta = 44^\circ 51'$
m_Z 15 — N-E	$\beta = 263^\circ 51'$	m_N 16 — N-W	$\beta = 226^\circ 32'$
m_E 17 — N-W	$\beta = 199^\circ 11'$	m_Z 18 — S-W	$\beta = 112^\circ 42'$
m_E 19 — S-E	$\beta = 41^\circ 10'$	m_N 20 — S-E	$\beta = 56^\circ 15'$
m_Z 21 — Z		m_N 22 — N-W	$\beta = 240^\circ 57'$
m_E 23 — N-W	$\beta = 233^\circ 59'$	m_Z 24 — E	$\beta = 341^\circ 49'$
m_N 25 — S-E	$\beta = 48^\circ 52'$	m_E 26 — S-E	$\beta = 36^\circ 23'$
m_Z 27 — N-E	$\beta = 259^\circ 38'$	m_N 28 — N-W	$\beta = 244^\circ 15'$
m_E 29 — N-W	$\beta = 235^\circ 50'$	m_Z 30 — N-E	$\beta = 324^\circ 48'$
m_N 31 — S-E	$\beta = 29^\circ 13'$	m_E 32 — S-E	$\beta = 28^\circ 26'$
m_Z 33 — N-E	$\beta = 296^\circ 20'$	m_N 34 — N	$\beta = 251^\circ 49'$
m_Z 35 — W	$\beta = 161^\circ 49'$	m_E 36 — S-W	$\beta = 114^\circ 25'$
m_Z 37 — S-W	$\beta = 99^\circ 38'$	m_Z 38 — N-E	$\beta = 316^\circ 26'$
m_E 39 — N-E	$\beta = 277^\circ 36'$	m_N 40 — N-E	$\beta = 276^\circ 28'$

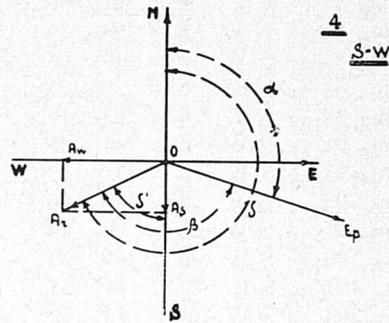


Casi 1 e 2 e

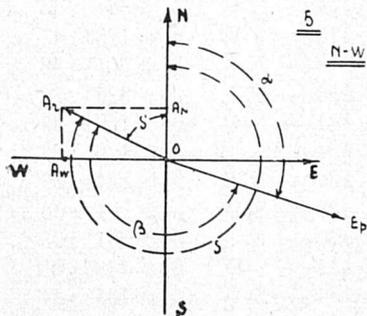
$\beta = 360^\circ - \alpha + S$ con
 $0^\circ \leq S \leq 108^\circ 11' 04''$



$\text{tg } S = \text{tg}(180-S) = \frac{A_E}{A_S} = -\text{tg } S'$ $S = 180^\circ - S'$



$\text{tg } S = \text{tg}(S-180) = \frac{A_W}{A_S} = \text{tg } S'$ $S = 180^\circ - S'$



$\text{tg } S = \text{tg}(360-S) = \frac{A_W}{A_N} = -\text{tg } S'$ $S = 360^\circ - S'$

Casi 3, 4, 5 e

$\beta = S - \alpha$

con $360^\circ > S \geq 108^\circ 11' 04''$

Fig. 1

m_z 41 — S-W	$\beta = 151^\circ$	51'	m_E 42 — S-W	$\beta = 137^\circ$	49'
m_N 43 — S-W	$\beta = 126^\circ$	37'	m_z 44 — N-E	$\beta = 265^\circ$	17'
m_E 45 — N-E	$\beta = 271^\circ$	38'	m_N 46 — N-E	$\beta = 269^\circ$	48'
m_z 47 — S-W	$\beta = 122^\circ$	29'	m_E 48 — S-W	$\beta = 116^\circ$	05'
m_N 49 — S-W	$\beta = 96^\circ$	02'	m_z 50 — N-E	$\beta = 256^\circ$	22'
m_N 51 — N-E	$\beta = 267^\circ$	15'	m_E 52 — N-E	$\beta = 286^\circ$	33'
m_z 53 — N-W	$\beta = 169^\circ$	23'	m_N 54 — S-W	$\beta = 95^\circ$	17'
m_E 55 — S-W	$\beta = 105^\circ$	46'	m_z 56 — S-W	$\beta = 81^\circ$	46'
m_N 57 — N	$\beta = 251^\circ$	49'	m_z 58 — E	$\beta = 341^\circ$	49'
m_E 59 — S-E	$\beta = 11^\circ$	34'	m_N 60 — S-E	$\beta = 67^\circ$	04'
m_z 61 — N-W	$\beta = 205^\circ$	22'	m_E 62 — N-W	$\beta = 208^\circ$	46'
m_N 63 — N-W	$\beta = 222^\circ$	23'	m_z 64 — E	$\beta = 341^\circ$	49'
m_E 65 — S-E	$\beta = 18^\circ$	35'	m_N 66 — S-E	$\beta = 30^\circ$	25'
m_z 67 — W	$\beta = 161^\circ$	49'	m_E 68 — N-W	$\beta = 178^\circ$	59'
m_N 69 — N-W	$\beta = 206^\circ$	04'	m_z 70 — S-E	$\beta = 346^\circ$	39'
m_E 71 — E	$\beta = 341^\circ$	49'	m_z 72 — W	$\beta = 161^\circ$	49'
m_E 73 — W	$\beta = 161^\circ$	49'	m_z 74 — E	$\beta = 341^\circ$	49'
m_E 75 — E	$\beta = 341^\circ$	49'	m_E 76 — W	$\beta = 161^\circ$	49'
m_E 77 — E	$\beta = 341^\circ$	49'	m_z 78 — E	$\beta = 341^\circ$	49'
m_z 79 — W	$\beta = 161^\circ$	49'	m_E 80 — W	$\beta = 161^\circ$	49'
m_z 81 — E	$\beta = 341^\circ$	49'	m_E 82 — N-E	$\beta = 316^\circ$	20'
m_N 83 — N-E	$\beta = 294^\circ$	24'	m_z 84 — N-W	$\beta = 180^\circ$	30'
m_E 85 — S-W	$\beta = 119^\circ$	04'	m_N 86 — S-W	$\beta = 95^\circ$	43'
m_z 87 — S-E	$\beta = 29^\circ$	25'	m_E 88 — N-E	$\beta = 330^\circ$	30'
m_N 89 — N-E	$\beta = 303^\circ$	19'	m_z 90 — N-W	$\beta = 173^\circ$	55'
m_E 91 — S-W	$\beta = 144^\circ$	25'	m_N 92 — S-W	$\beta = 139^\circ$	17'
m_z 93 — S-W	$\beta = 142^\circ$	12'	m_N 94 — N-E	$\beta = 306^\circ$	04'
m_E 95 — N-E	$\beta = 320^\circ$	56'	m_z 96 — S-E	$\beta = 28^\circ$	56'
m_N 97 — S-W	$\beta = 90^\circ$	19'	m_E 98 — S-W	$\beta = 120^\circ$	05'
m_z 99 — S-W	$\beta = 139^\circ$	23'	m_N 100 — N-W	$\beta = 229^\circ$	10'
m_E 101 — S-E	$\beta = 14^\circ$	53'	m_z 102 — S-E	$\beta = 28^\circ$	07'
m_N 103 — S-W	$\beta = 73^\circ$	42'	m_z 104 — S-W	$\beta = 87^\circ$	42'
m_E 105 — N-W	$\beta = 196^\circ$	31'	m_N 106 — N-E	$\beta = 253^\circ$	15'
m_E 107 — N-E	$\beta = 257^\circ$	58'	m_z 108 — N-E	$\beta = 262^\circ$	18'
m_E 109 — S-W	$\beta = 88^\circ$	14'	m_N 110 — S-W	$\beta = 85^\circ$	55'
m_z 111 — S-E	$\beta = 58^\circ$	19'	m_N 112 — N-E	$\beta = 280^\circ$	27'
m_E 113 — N-E	$\beta = 293^\circ$	53'	m_z 114 — N-E	$\beta = 304^\circ$	33'
m_N 115 — S-W	$\beta = 120^\circ$	12'	m_E 116 — S-W	$\beta = 128^\circ$	47'
m_z 117 — S-W	$\beta = 134^\circ$	58'	m_N 118 — N-E	$\beta = 261^\circ$	48'
m_z 119 — N-E	$\beta = 311^\circ$	13'	m_E 120 — N-E	$\beta = 325^\circ$	26'
m_N 121 — S-W	$\beta = 83^\circ$	08'	m_z 122 — N-W	$\beta = 169^\circ$	43'
m_E 123 — N-W	$\beta = 179^\circ$	37'	m_N 124 — N-W	$\beta = 129^\circ$	03'
m_z 125 — N-E	$\beta = 324^\circ$	53'	m_E 126 — N-E	$\beta = 324^\circ$	53'
m_N 127 — S-W	$\beta = 86^\circ$	13'	m_E 128 — S-W	$\beta = 91^\circ$	36'
m_z 129 — S-W	$\beta = 153^\circ$	00'	m_N 130 — N-E	$\beta = 261^\circ$	25'
m_E 131 — N-E	$\beta = 317^\circ$	11'	m_z 132 — S-E	$\beta = 348^\circ$	01'
m_N 133 — S-W	$\beta = 99^\circ$	57'	m_E 134 — S-W	$\beta = 105^\circ$	24'
m_z 135 — N-E	$\beta = 258^\circ$	14'	m_N 136 — N-E	$\beta = 299^\circ$	47'
m_E 137 — N-E	$\beta = 333^\circ$	10'	m_z 138 — S-E	$\beta = 356^\circ$	53'
m_N 139 — S-W	$\beta = 99^\circ$	22'	m_E 140 — S-W	$\beta = 137^\circ$	41'
m_z 141 — S-W	$\beta = 154^\circ$	58'	m_N 142 — N-E	$\beta = 299^\circ$	26'

m _E 143 — N-E	β = 330° 08'	m _E 144 — W	β = 161° 49'
m _Z 145 — S-W	β = 135° 26'	m _N 146 — S-E	β = 26° 49'
m _E 147 — S-E	β = 353° 24'	m _Z 148 — N-E	β = 259° 46'
m _N 149 — N-W	β = 242° 09'	m _E 150 — N-W	β = 228° 26'
m _Z 151 — S-E	β = 33° 09'	m _E 152 — S-E	β = 44° 08'
m _N 153 — S-E	β = 63° 43'	m _Z 154 — N-W	β = 212° 15'
m _N 155 — N-W	β = 224° 59'	m _E 156 — N-W	β = 224° 59'
m _E 157 — N-E	β = 299° 33'	m _Z 158 — E	β = 341° 49'
m _N 159 — S-E	β = 63° 05'	m _Z 160 — N-E	β = 304° 15'
m _E 161 — N-W	β = 184° 04'	m _N 162 — N-W	β = 220° 12'
m _E 163 — S-E	β = 344° 15'	m _Z 164 — S-E	β = 350° 22'
m _N 165 — S-W	β = 105° 00'	m _E 166 — S-W	β = 149° 20'
m _Z 167 — S-W	β = 154° 10'	m _N 168 — N-E	β = 325° 58'
m _E 169 — N-E	β = 325° 58'	m _Z 170 — N-E	β = 327° 14'
m _E 171 — S-W	β = 125° 34'	m _N 172 — S-W	β = 102° 58'
m _Z 173 — S-E	β = 357° 11'	m _E 174 — N-E	β = 313° 36'
m _N 175 — N-E	β = 273° 20'	m _E 176 — N-W	β = 182° 42'
m _Z 177 — S-W	β = 120° 24'	m _N 178 — S-E	β = 38° 35'
m _E 179 — S-E	β = 15° 53'	m _Z 180 — N	β = 251° 49'
m _N 181 — N-W	β = 220° 25'	m _E 182 — N-W	β = 195° 41'
m _Z 183 — S	β = 71° 49'	m _N 184 — S-E	β = 31° 28'
m _E 185 — S-E	β = 30° 56'	m _Z 186 — S-W	β = 108° 12'
m _E 187 — N-W	β = 180° 31'	m _N 188 — N-W	β = 180° 31'
m _Z 189 — E	β = 341° 49'	m _E 190 — E	β = 341° 49'
m _Z 191 — W	β = 161° 49'	m _E 192 — W	β = 161° 49'
m _Z 193 — E	β = 341° 49'	m _E 194 — E	β = 341° 49'
m _E 195 — S-W	β = 148° 18'	m _Z 196 — S-W	β = 146° 03'
m _N 197 — S	β = 71° 49'	m _E 198 — N-E	β = 325° 26'
m _N 199 — N-E	β = 282° 56'	m _Z 200 — N-E	β = 265° 34'
m _E 201 — W	β = 161° 49'	m _N 202 — S-E	β = 61° 03'
m _Z 203 — S-E	β = 61° 03'	m _E 204 — N-E	β = 334° 16'
m _N 205 — N-E	β = 289° 16'	m _Z 206 — N-W	β = 206° 18'
m _E 207 — S-W	β = 126° 43'	m _N 208 — S-W	β = 80° 17'
m _Z 209 — S-E	β = 63° 50'	m _E 210 — E	β = 341° 49'
m _N 211 — N-E	β = 270° 20'	m _Z 212 — N-W	β = 224° 52'
m _E 213 — S-W	β = 94° 41'	m _N 214 — S-E	β = 62° 35'
m _E 215 — S-E	β = 62° 35'	m _Z 216 — S-E	β = 64° 12'
m _N 217 — N-W	β = 238° 01'	m _E 218 — N-W	β = 224° 43'
m _Z 219 — N-W	β = 223° 53'	m _E 220 — S-E	β = 25° 58'
m _N 221 — S-E	β = 38° 31'	m _Z 222 — S-E	β = 39° 02'
m _N 223 — N-W	β = 227° 43'	m _E 224 — N-W	β = 215° 33'
m _Z 225 — N-W	β = 211° 42'	m _N 226 — S-E	β = 54° 49'
m _Z 227 — S-E	β = 48° 34'	m _E 228 — S-E	β = 45° 15'
m _N 229 — N-W	β = 249° 50'	m _E 230 — N-W	β = 241° 58'
m _Z 231 — N-W	β = 240° 22'	m _E 232 — S-E	β = 63° 53'
m _N 233 — S-E	β = 64° 07'	m _Z 234 — N-E	β = 253° 14'
m _E 235 — N-W	β = 238° 50'	m _N 236 — N-W	β = 238° 50'
m _Z 237 — N-E	β = 260° 10'	m _E 238 — S-E	β = 62° 06'
m _N 239 — S-E	β = 66° 13'	m _Z 240 — N-W	β = 184° 22'
m _E 241 — N-W	β = 236° 12'	m _N 242 — N-W	β = 243° 02'
m _E 243 — N-E	β = 277° 12'	m _Z 244 — S-E	β = 61° 24'

m_N 245 — S-W $\beta = 82^\circ 16'$
 m_z 247 — N-W $\beta = 222^\circ 02'$
 m_E 249 — N-E $\beta = 284^\circ 47'$
 m_N 251 — S-W $\beta = 23^\circ 30'$

m_E 246 — S-W $\beta = 103^\circ 03'$
 m_N 248 — N $\beta = 251^\circ 49'$
 m_z 250 — S-E $\beta = 20^\circ 52'$

Ottenuti i valori di β abbiamo calcolato il vettore risultante dei due orizzontali in ampiezza e riportato all'istante che gli spettava in modo da formare l'angolo β con la direzione epicentrale; con esso così tracciato si è com-

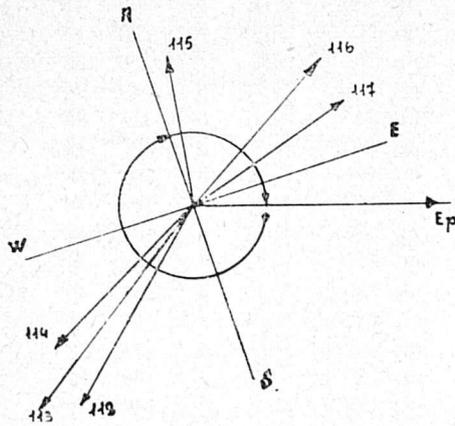


Fig. 2

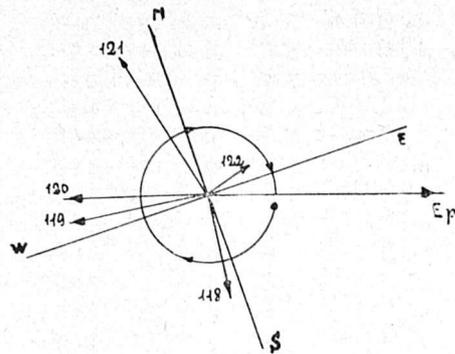


Fig. 3

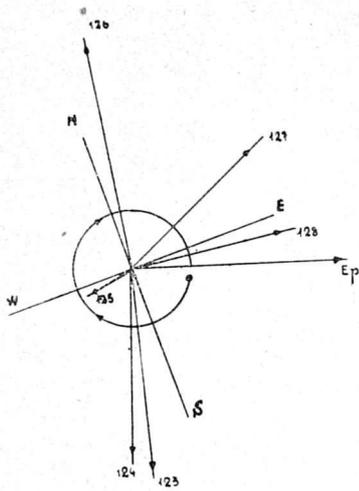


Fig. 4

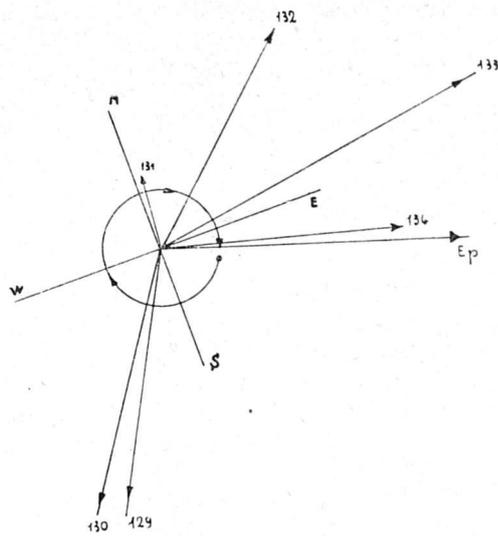


Fig. 5

posto il vettore verticale ed ottenuto così il vettore risultante dei tre nelle direzioni principali in ampiezza e formante un certo angolo con la direzione epicentrale.

Nelle fig. 2-13 si sono riportate alcune risultanti dei due vettori orizzontali in ampiezza, facenti l'angolo β con la direzione (E_p) epicentrale, finchè nella loro rotazione in un certo senso non oltrepassavano la detta direzione; nelle fig. 14-17 è rappresentato schematicamente l'andamento della rotazione di detto vettore.

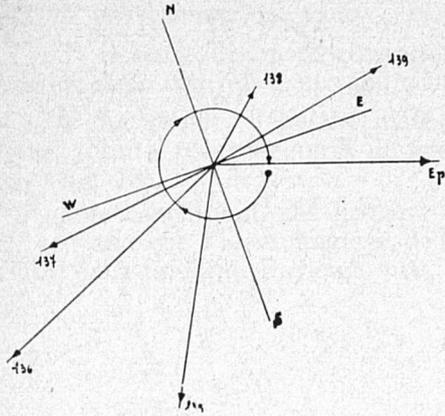


Fig. 6

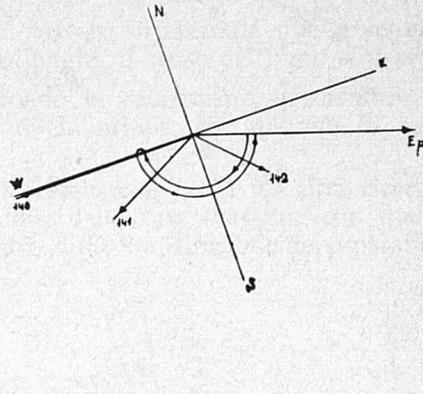


Fig. 7

Riportando una di seguito all'altra alcune risultanti dei due vettori orizzontali, si è ottenuta la fig. 18 che rappresenta, in proiezione sul piano orizzontale, l'andamento del movimento reale del suolo; vicino ad ogni vettore, con il segno + o - si indica per il vettore verticale rispettivamente compressione o dilatazione.

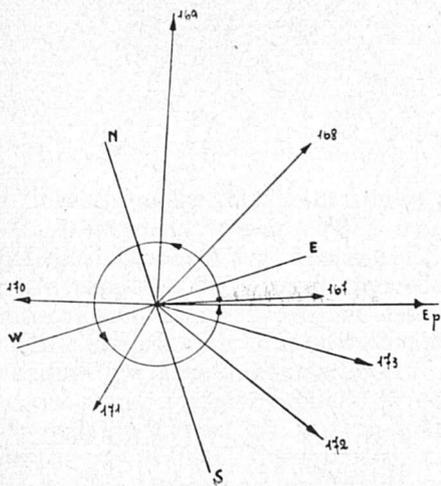


Fig. 8

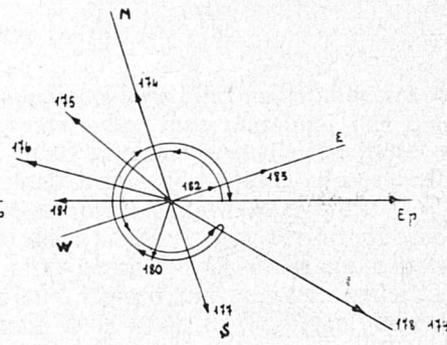


Fig. 9

Osservando i risultati così ottenuti in questa prima parte delle ricerche intraprese si possono trarre le seguenti conclusioni:

1^o L'oscillazione della particella, raggiunta da un'onda superficiale del gruppo della fase massima, avviene in piani diversi. La polarizzazione si

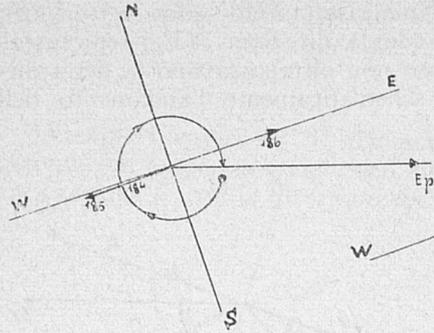


Fig. 10

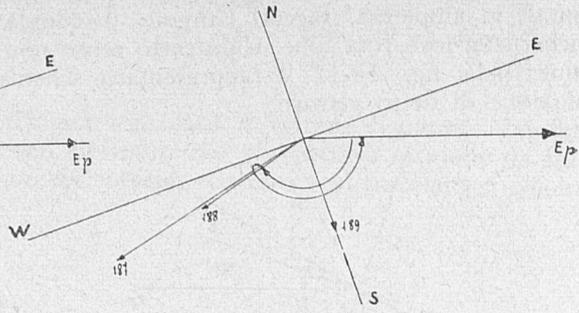


Fig. 11

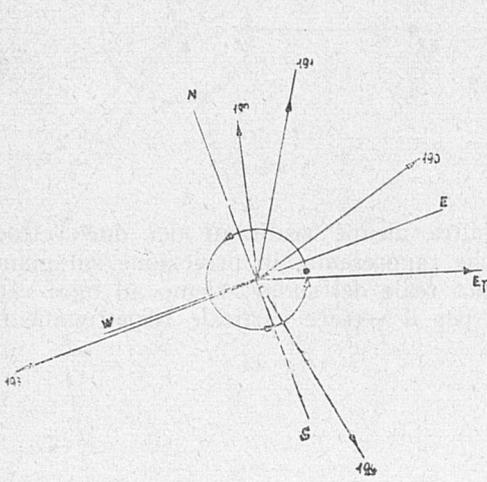


Fig. 12

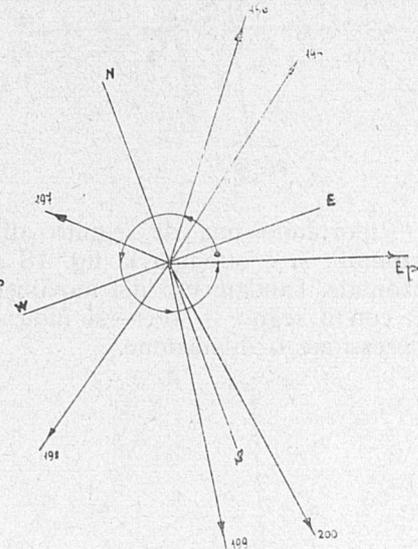


Fig. 13

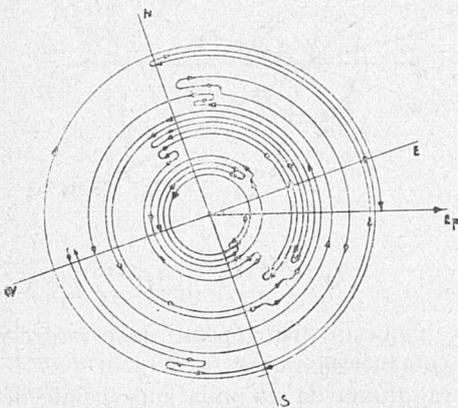


Fig. 14

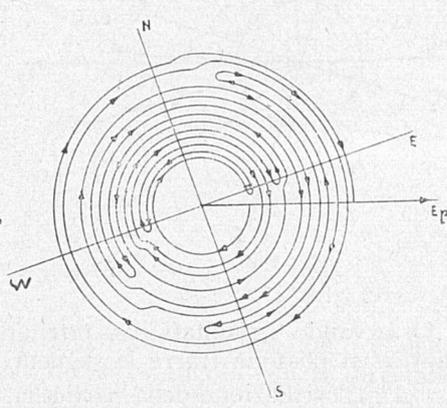


Fig. 15

osserva soltanto per tratti brevissimi ed appare del tutto accidentale (vettori da 71 a 81 e da 189 a 194).

2° La proiezione orizzontale della risultante del moto della particella sollecitata compie giri completi intorno alla posizione di quiete e solo accidentalmente l'azimut del movimento in senso orizzontale coincide con quello di provenienza del moto.

3° Il senso del moto rotatorio del vettore orizzontale non è sempre lo stesso; dopo tratti di tempo più o meno lunghi, il senso del moto s'inverte.

4° La composizione del moto secondo le componenti orizzontali dà origine a tutto un susseguirsi di figure di Lissajous, che mutano di continuo (fig. 18).

Queste conclusioni, che in parte concordano con quelle di altri ricercatori, provano che l'identificazione delle onde della fase massima con quelle previste dalla teoria di Rayleigh, urta contro difficoltà difficilmente superabili.

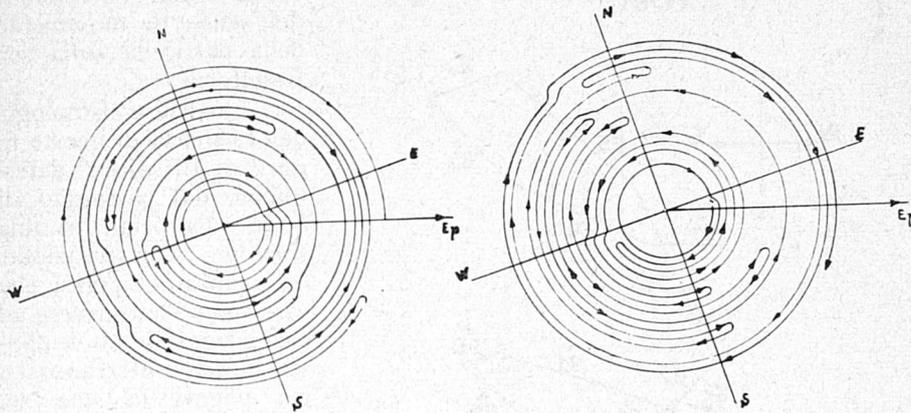


Fig. 16

Fig. 17

Intanto, anche da questo studio appare chiara l'inconciliabilità fra onde di Rayleigh della teoria e onde osservate nella fase massima, per quanto riguarda il rapporto fra ampiezze del moto verticale e quelle del moto orizzontale, rapporto che la teoria prevede dell'ordine di 1,5 (nel caso $\sigma = 0,25$) mentre l'osservazione prova che esso è sempre alquanto inferiore.

Si è visto inoltre che il movimento della particella può verificarsi secondo gli azimut più diversi, contrariamente all'esigenza teorica di un moto polarizzato nel piano normale a quello principale. Coloro che vogliono vedere nelle onde della fase massima la realizzazione delle onde di Rayleigh, intendono spiegare questa netta discordanza fra teoria ed osservazione con l'eterogeneità e l'anisotropia dei materiali costituenti gli strati superficiali terrestri. Ma questa spiegazione non è sufficiente a giustificare la discordanza accennata; ciò è provato dall'esistenza di altri tipi di onde superficiali, che si presentano rigorosamente polarizzate in tutto il loro tragitto, anche per le massime distanze (2).

Dove invece l'osservazione concorda con la teoria delle onde di Rayleigh è nella constatazione che nel caso di uguali periodi per le due componenti

orizzontali le traiettorie descritte dalle particelle sollecitate sono ellittiche. Dalla composizione delle componenti orizzontali del moto risulta tutta una serie di caratteristiche figure di Lissajous che risultano, come è noto, dalla

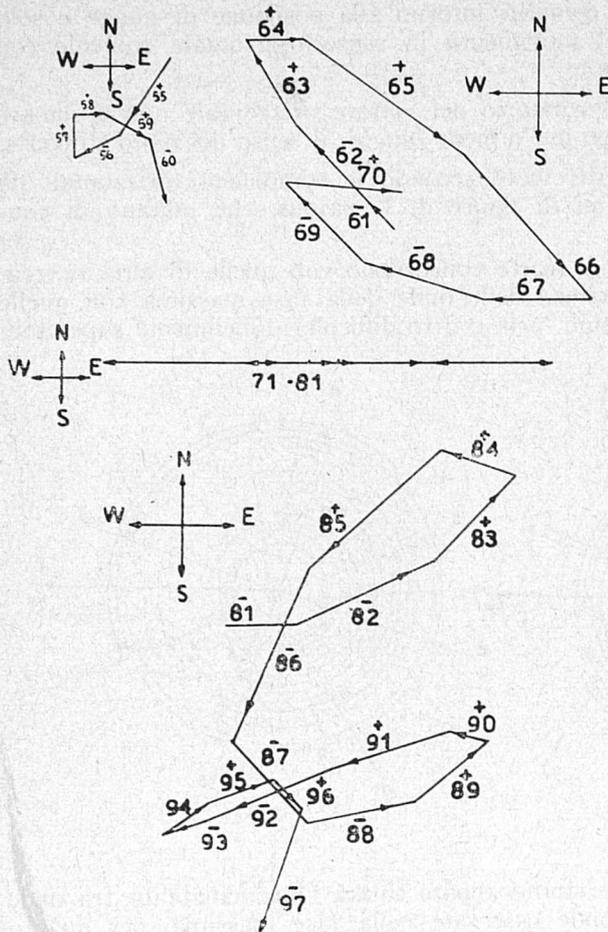


Fig. 18

composizione di due movimenti sinusoidali rettangolari espressi in funzione del tempo. Il fatto che le figure mutino di continuo è dovuto al continuo mutare del rapporto dei periodi, i quali generalmente tendono a decrescere, e delle differenze di fase dei moti componenti. Il cambiamento delle differenze di fase determina, a sua volta, l'inversione del senso di movimento della particella sulla sua traiettoria.

Qualche sismologo, dall'esistenza di queste figure di Lissajous, determinate dal passaggio di onde superficiali in una stazione d'osservazione, ha avanzato l'ipotesi che esse siano da ascrivere ad oscillazioni di un supposto blocco sotterraneo su cui poggia la stazione, conformemente alle idee di Miyabe, che ritiene la crosta terrestre costituita da una serie di blocchi verticali a forma irregolare. Questo blocco avrebbe due gradi di libertà, e, sollecitato dal passaggio

di un'onda superficiale, entrerebbe in oscillazione, con periodi diversi nei due gradi di libertà. Questa ipotesi però, non risponde al vero, in quanto essa male si accorda con l'uniforme decrescere dei periodi delle onde costituenti la fase massima, sia per le componenti orizzontali che per quella verticale.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) DINCA A. SAMURACAS: *Etudes sur la phase des tremblements de Terre dite « Phase Maxima »*. « Publications du Bureau Central Séismologique International », Série A, Travaux scientifiques, fasc. n. 12.
- (²) CALOI P.: *Sopra alcuni nuovi sistemi di onde sismiche a carattere superficiale oscillanti nel piano principale*. « R. Accademia d'Italia. Rendiconti della Classe di scienze fis., mat. e nat. », 1940.