

## Uno studio analitico sui dati ipocentrali di 10 terremoti avvenuti in Sicilia occidentale nel Gennaio 1968

*(An analytical study on the hypocentral data of ten earthquakes happened in Western Sicily during January 1968)*

L. MARCELLI - G. PANNOCCILLA

Ricevuto il 3 Maggio 1971

**RIASSUNTO.** — Vengono calcolati analiticamente gli ipocentri di 10 terremoti avvenuti nella Sicilia Occidentale durante il gennaio 1968.

Le posizioni epicentrali si distribuiscono prevalentemente lungo la Vallata del fiume Belice, in dieci punti diversi entro un'area di circa 550 kmq.

Le profondità ipocentrali vanno da un minimo di 28 km ad un massimo di 57 km.

I risultati ottenuti sono stati fatti oggetto di discussioni.

È stato fatto un quadro della situazione sismica del bacino del Mediterraneo Occidentale e delle regioni limitrofe limitatamente alle documentazioni di quest'ultimo secolo: questo quadro è sintetizzato in tabelle e figure.

Un particolare risalto è stato dato ai terremoti profondi del basso Tirreno.

**SUMMARY.** — The hypocentres of ten earthquakes in Western Sicily during January 1968 are calculated analytically.

The epicentral positions are distributed mainly along the Belice River Valley in ten different points within an area of some 550 square kilometres.

The hypocentral depths range between a minimum of 28 kms and a maximum of 57 kms.

The results obtained have been the subject of discussions.

A description of the seismic situation of the Western Mediterranean area and of the neighbouring regions has been made, based on the data collected within the past 70 years. A synthesis of this description is given in the tables and figures.

Particular consideration was given to the deep earthquakes of the Southern Tyrrhenian Sea.

## INTRODUZIONE: RICHIAMI A LAVORI PRECEDENTI.

Sono ormai passati più di 3 anni da quando i gravi eventi sismici, che a partire dal 14 Gennaio 1968 sconvolsero alcune regioni della Sicilia occidentale, accentrarono l'attenzione di tutta l'Italia e di molte nazioni straniere sulla Valle del Belice fin ad allora sismicamente sconosciuta.

A parte l'aspetto umano del fenomeno, che purtroppo si ripete tristemente ogni qualvolta una qualsiasi catastrofe naturale si abbatte su qualche parte del mondo, rimane sempre, oscuro e silenzioso, l'interesse scientifico.

È per questo motivo che, fin dai primi giorni dall'insorgere dell'evento sismico, l'Istituto Nazionale di Geofisica (Roma) si era proposto un piano di studi.

A tutt'oggi sono stati già pubblicati alcuni lavori sull'argomento. Ad una prima relazione generale presentata all'Associazione Geofisica Italiana e poi pubblicata sugli «Atti dell'Ass. G. Ital.»<sup>(1)</sup>, ha fatto seguito un accurato e dettagliato studio<sup>(2)</sup> sugli aspetti più vistosi del fenomeno seguito per un periodo di 6 mesi. In tale studio è stato dato particolare risalto all'aspetto macrosismico ed è stata costruita la carta delle «isoblate» (curve di uguale danneggiamento), in luogo della rete delle «isosiste» (curve di uguale intensità) impossibile a disegnarsi dato l'incalzare degli eventi che si sono susseguiti a distanza di ore o addirittura di minuti. Completa il quadro una indagine accurata sui precedenti sismici delle località colpite.

Un ulteriore studio<sup>(3)</sup> è stato effettuato affrontando l'interessante problema di tentar di porre sotto controllo il periodo sismico siciliano, basandosi sul metodo intrinseco e sulla teoria dell'«elastic rebound». Anche altri studiosi hanno pubblicato i risultati delle loro ricerche, alcuni ponendo un particolare interesse sugli aspetti geologici del fenomeno<sup>(4)</sup>, altri, più indirettamente, inquadrando lo studio della regione in un più vasto esame di prospezione sismica<sup>(5)</sup>.

Nel presente lavoro noi ci proponiamo di presentare i risultati di una laboriosa ed accurata indagine analitica che era stata programmata fin dall'insorgere delle prime manifestazioni sismiche.

## GENERALITÀ - SCOPO DELLA RICERCA - MATERIALE USATO.

La zona intensamente provata dai moti tellurici del 1968 non aveva avuto per l'addietro manifestazioni sismiche particolarmente spettacolari, tanto che, nella carta del Baratta<sup>(1)</sup>, che fa testo per

la storia sismica d'Italia, almeno fino al 1934 essa viene indicata come zona asismica, con qualche isola di sismicità mediocre intorno a Corleone e a Salemi.

In uno dei lavori già pubblicati è stata svolta una accurata indagine a tale proposito.

Qui, come si è già accennato, abbiamo centrato l'attenzione sulla individuazione analitica degli elementi ipocentrali di alcuni tra i numerosi terremoti avvenuti in quel periodo, e questo anche allo scopo futuro di poter trarre qualche conclusione sulla natura del fenomeno, onde poter inquadrare il fenomeno stesso in una visione più ampia di processi tettonico-geologici.

Alla nostra richiesta di sismogrammi rivolta a numerosi Osservatori europei ed extra-europei, hanno risposto più di 80 stazioni con l'invio delle registrazioni relative agli eventi dei primi giorni.

Le abbiamo esaminate tutte con l'intento di procedere ad una accurata selezione che ci garantisse la bontà dei dati di partenza. Era nostra intenzione calcolare gli ipocentri di almeno 15 scosse, ma ad esame ultimato abbiamo dovuto restringere a 10 il numero dei terremoti da studiare, perché le scosse meno forti non erano state registrate da un numero di stazioni sufficienti per ottenere risultati validi. Poiché la scossa più forte ha avuto Magnitudo 6, la nostra scelta non è andata oltre una certa distanza: essa infatti è stata circoscritta entro un raggio massimo di 3400 km dalla zona epicentrale (includendo, per ultima, la stazione di Kiruna).

Poiché l'area investita dai sisimi è geograficamente situata nella parte più meridionale dell'Europa, ne consegue che il maggior numero di dati sperimentali utilizzabili è stato quello fornito dalle stazioni europee situate prevalentemente a nord dell'epicentro: tuttavia abbiamo potuto disporre anche di un certo numero di stazioni a sud (Algeri, Tamanrasset, Ifrane, Rabat, Averroes, Gerusalemme...) ottimamente efficienti dal punto di vista strumentale: qualche altra, invece, (come Helwan), non è stata utilizzabile.

Una ultima ovvia osservazione a proposito delle stazioni usate è la seguente: per i 10 terremoti presi in esame non sempre si sono potute utilizzare le stesse stazioni, né sempre lo stesso numero.

#### I 10 TERREMOTI STUDIATI.

Riassumiamo nella Tabella 1 i dati di osservazione rilevati dall'esame dei sismogrammi delle 61 stazioni utilizzate.

Le stazioni, complete delle loro coordinate geografiche, sono ivi elencate in ordine di distanza dalla zona epicentrale, e sono riportati, per ciascun terremoto, i tempi d'arrivo delle prime onde. (Nel corso dei numerosi e laboriosi calcoli effettuati nelle successive approssimazioni abbiamo dovuto scartare alcune stazioni che pertanto non compaiono nella Tabella 1).

Per ciascun terremoto studiato, ovviamente, il numero delle registrazioni utilizzabili è legato all'intensità della scossa, e più precisamente:

per il terr. n. 1,	di $M = 4,70$	si sono potute prendere	25	stazioni
» » » n. 2,	di $M = 4,77$	» » » »	22	»
» » » n. 3,	di $M = 4,94$	» » » »	26	»
» » » n. 4,	di $M = 5,76$	» » » »	47	»
» » » n. 5,	di $M = 6,00$	» » » »	55	»
» » » n. 6,	di $M = 5,04$	» » » »	21	»
» » » n. 7,	di $M = 4,66$	» » » »	16	»
» » » n. 8,	di $M = 4,34$	» » » »	14	»
» » » n. 9,	di $M = 4,33$	» » » »	14	»
» » » n. 10,	di $M = 5,77$	» » » »	47	»

#### METODO USATO E DATI DI PARTENZA.

Il metodo usato per la ricerca dei dati ipocentrali è quello per noi divenuto ormai classico di Caloi-Peronaci (4). Ricordiamo, senza entrare in dettagli che, ove si assumano come dati ipocentrali di partenza le grandezze  $\varphi_0$ ,  $\lambda_0$ ,  $t_0$ ,  $h_0$  e si indichino rispettivamente con  $\delta\varphi_0$ ,  $\delta\lambda_0$ ,  $\delta t_0$ ,  $\delta h_0$  le piccole correzioni da apportare ad esse, il suddetto metodo conduce a risolvere il seguente sistema di  $n$  equazioni di condizione: (tante quante sono le stazioni utilizzate):

$$\delta t_0 - \cos \alpha \sin \alpha \frac{\partial f(\lambda_0', \varphi_0', h_0)}{\partial \Delta_n} \delta \lambda_0' - \cos \alpha \frac{\partial f(\lambda_0', \varphi_0', h_0)}{\partial \Delta_n} \delta \varphi_0' +$$

$$+ \frac{\partial f(\lambda_0', \varphi_0', h_0)}{\partial h_0} \delta h_0 = T_n - [t_0 + f(\lambda_0', \varphi_0', h_0)]. \quad [1]$$

Per la comprensione della [1] rimandiamo all'opera originale: qui ci limitiamo a ricordare il significato dei simboli che ivi compaiono,

Tabella 1 - TEMPI DI ARRIVO DELLE ONDE P (in ora Greenwich)  
(per 10 terremoti della Sicilia occidentale dei giorni 14-15-16 Gennaio 1968)

L. MARCELLI - G. PANNOCCHIA

STAZIONI	Coordinate geografiche		Terremoto	Terremoto	Terremoto	Terremoto	Terremoto	Terremoto	Terremoto	Terremoto	Terremoto	
			n. 1	n. 2	n. 3	n. 4	n. 5	n. 6	n. 7	n. 8	n. 9	n. 10
	$\varphi$	$\lambda$	14 Gennaio $M = 4,70$	14 Gennaio $M = 4,77$	14 Gennaio $M = 4,94$	15 Gennaio $M = 5,76$	15 Gennaio $M = 6,00$	15 Gennaio $M = 5,04$	15 Gennaio $M = 4,66$	15 Gennaio $M = 4,34$	16 Gennaio $M = 4,33$	16 Gennaio $M = 5,77$
Messina Univ.	38°19'889	15°55'500	12 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> ,1	13 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> ,1	15 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup> ,2	01 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> ,4	02 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,4	03 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup> ,4	18 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> ,7	22 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> ,3	13 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup> ,5	16 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup> ,5
Messina ING	38,19889	15,55500	—	16 18,0	—	33 35,9	01 40,3	19 14,6	23 27,8	20 30,2	11 04,5	43 18,2
Reggio Cal.	38,10556	15,64333	29 00,5	16 20,1	49 06,0	33 35,7	01 40,2	19 13,5	23 26,1	—	11 06,4	43 20,7
Roma Univ.	41,90333	12,51333	29 29,5	16 47,5	49 32,8	34 03,2	02 09,2	19 41,0	—	—	—	43 47,4
Taranto	40,47500	17,25833	29 28,0	16 47,0	49 37,0	34 04,5	02 14,0	—	24 01,0	—	—	—
Cuglieri	40,18694	8,56983	—	16 49,0	49 34,0	34 09,2	02 12,6	—	—	—	—	43 49,0
L'Aquila	42,35389	13,40305	29 31,8	16 54,3	49 41,0	34 12,0	02 16,0	—	—	—	—	43 54,0
Sétif (Algeria)	36,20000	5,40000	30 01,0	17 20,5	50 05,5	34 35,5	02 41,5	20 12,9	—	—	12 03,1	—
Prato	43,88333	11,09167	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44 21,0
Bologna	44,48667	11,32900	—	—	—	—	02 50,0	—	—	—	—	44 29,7
Monaco P.	43,73333	7,43333	30 09,5	17 32,5	—	34 46,5	02 52,6	—	24 39,5	—	12 17,0	—
Isola	44,18333	7,05000	30 17,8	—	—	34 54,8	03 00,0	—	24 47,6	—	12 24,7	44 38,0
Trieste	45,64278	13,75389	30 20,3	17 42,7	50 27,4	34 58,0	03 03,4	—	24 48,8	21 55,0	12 29,7	44 40,0
Pavia	45,18333	9,17361	—	—	—	35 00,6	—	—	—	—	—	44 45,0
Algeri	36,76667	3,05000	—	—	—	34 58,3	03 03,3	—	—	—	—	44 42,0
Zagabria	45,81667	15,98333	—	—	—	35 02,2	03 12,0	—	—	—	—	44 47,4
Atene (ATU)	37,97278	23,71667	30 27,0	17 47,5	50 35,0	35 03,7	03 08,5	20 41,5	—	—	—	44 47,5
Lanslevillard	45,28889	6,91472	30 33,3	17 54,0	50 40,0	35 09,3	03 14,4	20 47,9	—	22 03,0	12 39,0	44 55,2
Barcellona	41,41667	2,13333	—	—	—	—	03 20,6	20 56,0	—	—	—	—
Sofia	42,68528	23,33417	—	—	—	35 14,9	—	—	—	22 11,8	—	44 59,3
Roseland	45,68833	6,62556	—	—	50 46,0	35 16,0	03 22,0	—	25 09,7	22 13,0	12 47,0	45 00,3
Chur	46,85000	9,53667	—	—	—	35 19,0	03 22,2	—	—	—	—	45 02,3
Zurigo	47,36867	8,58042	—	—	—	35 31,0	—	—	—	—	—	—
Vouglans	46,39889	5,65083	30 54,0	18 16,1	50 59,0	35 29,8	03 33,8	21 10,0	25 23,0	—	13 01,5	45 14,6
Neuchatel	46,99750	6,95722	—	—	—	35 32,1	03 36,3	—	—	—	—	45 14,0
Pavlikeny	43,14667	25,17167	—	—	—	35 34,5	03 39,5	21 11,6	—	—	—	—
Vienna H.	48,24833	16,36167	31 00,0	—	51 05,0	—	03 40,7	—	—	—	—	45 20,3
Clerm. Ferr.	45,76278	3,10250	31 00,0	18 24,5	—	35 38,5	03 42,5	—	—	—	—	45 24,5
Stoccarda	48,77083	9,27667	31 07,3	18 29,4	51 15,7	35 43,9	03 48,7	21 22,0	25 37,5	—	—	45 27,1
Bue	48,67697	8,22842	—	—	—	35 44,2	03 50,2	21 25,7	—	—	—	—
Strasburgo	48,58361	7,76611	31 09,5	—	51 16,0	35 45,5	03 50,8	—	—	22 41,5	—	45 29,8
Campulung	45,26833	25,03833	31 12,6	—	51 18,0	35 49,6	03 55,0	21 26,2	25 42,0	22 47,0	—	45 32,9
Karlsruhe	49,01083	8,41222	—	—	—	35 50,8	03 55,6	—	—	—	—	—
Bucarest	44,41361	26,09667	—	—	—	35 52,0	03 57,0	21 31,0	—	—	—	45 35,0
Praga K.	49,98833	14,54167	—	—	—	35 56,9	—	—	—	—	—	45 41,9
Almeria	36,85252	-2,45978	—	—	—	—	04 03,8	—	—	—	—	—
Istanbul	41,04333	28,98500	—	—	—	36 05,1	04 06,6	—	—	—	—	45 46,1
Luxembourg	49,60000	6,13333	—	—	—	—	04 07,5	—	—	—	—	—
Vrincioaia	45,87000	26,72500	31 32,3	—	51 37,2	—	04 13,4	—	25 57,0	—	—	—
Focsani	45,69500	27,18333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45 55,5
Cracovia	50,05611	19,93972	31 34,0	—	—	36 11,0	04 17,0	—	26 02,0	23 07,0	—	45 57,0
Toledo	39,88139	-4,04861	31 38,0	18 59,5	—	36 17,3	04 18,5	21 53,0	26 07,0	23 09,8	—	45 57,8
Malaga	36,72750	-4,41111	—	—	—	—	04 21,7	—	—	—	—	—
Iasi	47,19333	27,56167	—	—	—	36 24,7	04 30,8	—	—	—	—	46 07,3
Uccle	50,79833	4,35944	—	—	—	—	04 31,0	—	—	—	—	46 09,0
Ifrane	33,51658	-5,12719	—	—	52 10,0	36 42,4	04 42,9	—	—	23 32,0	—	46 24,0
De Bilt	52,10167	5,17667	—	—	—	—	04 42,8	—	—	—	—	46 24,0
Witteveen	52,81333	6,66833	—	—	—	—	04 47,9	—	—	—	—	—
Tamanrasset	22,79167	5,52333	32 15,8	19 36,8	52 22,5	36 51,9	04 56,9	22 27,9	—	—	14 19,4	46 34,2
Rabat Zaers (REZ)	33,92500	-6,84167	—	—	—	36 56,4	04 56,4	—	—	—	—	46 39,9
Averroes	33,29806	-7,41333	—	—	—	—	05 08,4	22 44,0	—	—	—	46 47,5
Lisbona	38,71650	-9,14908	—	—	—	—	05 09,6	—	—	—	—	46 52,9
Karlskrona	56,16500	15,59167	—	—	—	—	05 20,9	—	—	—	—	46 59,8
Ksara	33,82378	35,89167	—	—	—	—	05 29,2	—	—	—	—	—
Gerusalemme	31,78167	35,22000	—	—	—	—	05 31,3	—	—	—	—	47 09,3
Goteborg	57,69833	11,97833	—	—	53 02,9	37 33,3	05 38,2	—	—	—	—	47 16,6
Uppsala	59,85806	17,62694	33 20,9	20 43,6	53 25,4	37 54,1	06 01,9	23 35,0	27 49,7	—	—	47 39,7
Uddeholm	60,09000	13,60667	33 20,9	20 43,0	53 27,9	37 57,3	06 03,3	23 35,3	27 50,8	24 53,3	15 27,7	47 41,4
Skalstugan	63,58000	12,28000	—	21 15,0	54 00,6	38 30,5	06 36,2	24 11,1	—	25 26,3	16 03,0	48 14,2
Umea	63,81500	20,23667	33 59,0	21 20,6	54 06,5	38 36,5	06 40,8	—	—	—	—	48 20,4
Kiruna	67,84000	20,41667	34 34,9	21 57,0	54 40,9	39 10,6	07 17,3	24 49,1	—	26 06,0	16 42,0	48 55,4

premettendo che il processo di calcolo va fatto usando le *coordinate geocentriche*  $\varphi_o'$ ,  $\lambda_o'$  legate alle coordinate geografiche dalle note relazioni

$$\lambda_o' - \lambda_o$$

$$\operatorname{tg} \varphi_o' = 0,993277 \operatorname{tg} \varphi_o .$$

Nella [1] dunque:

$T_n$  è il tempo di arrivo delle prime onde registrato nelle varie stazioni di osservazione.

$f(\lambda_o', \varphi_o', h_o)$  rappresenta il tempo di propagazione delle prime onde corrispondente alle distanze epicentrali geocentriche  $\Delta$  delle stazioni considerate, distanze calcolate in base ai dati ipocentrali di partenza.

$\frac{\partial f(\lambda_o', \varphi_o', h_o)}{\partial \Delta_n}$  rappresenta l'incremento che subisce il tempo di propagazione  $f(\lambda_o', \varphi_o', h_o)$  quando, tenuta costante la profondità  $h_o$ , si fa variare la distanza epicentrale geocentrica di 1 grado.

$\frac{\partial f(\lambda_o', \varphi_o', h_o)}{\partial h_o}$  rappresenta la variazione che subisce il tempo di tragitto delle  $P$ , quando, tenuta costante la  $\Delta$ , si fa variare la profondità di una quantità pari all'unità della dromocrona prescelta.

$\alpha$  infine è l'azimut di ciascuna stazione rispetto all'epicentro: esso è legato alle altre grandezze dalla nota relazione

$$\operatorname{sen} \alpha = \cos \varphi' \operatorname{sen} (\lambda - \lambda_o) / \operatorname{sen} \Delta .$$

La distanza epicentrale geocentrica  $\Delta$  si calcola, come di consueto dalla relazione

$$\cos \Delta = \sin \varphi_o' \sin \varphi' + \cos \varphi_o' \cos \varphi' \cos (\lambda - \lambda_o)$$

essendo  $\varphi'$ ,  $\lambda$  le coordinate geocentriche di ogni singola stazione.

\* \* \*

Ciò premesso, si dovrebbe procedere ad un calcolo preliminare per ottenere una prima valutazione dei dati epicentrali ( $\varphi_o$ ,  $\lambda_o$ ), dai quali partire per le successive approssimazioni. Tenendo presente però che oggi i Centri Internazionali di raccolta dei dati sismici dispongono di calcolatori elettronici (e noi stessi ne abbiamo fatto uso nel corso del presente lavoro) abbiamo ritenuto di poter affrontare fin dall'ini-

Tabella 2 - DATI IPOCENTRALI DI PARTENZA.

Terreni, n.	Magnitudo (calcolata a Roma) $M$	Data	$t_0$ e Coordinate geografiche				Coordinate geocentriche	
			$t_0$	$\varphi_0$ (Nord)	$\lambda_0$ (Est)	$h_0$ (in km)	$\varphi_0'$ (Nord)	$\lambda_0'$ (Est)
1	4,70	14-1-1968	12 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	37°51'	13°03'	33	37°39',82920	13°03'
2	4,77	14-1-1968	13 15 43	37 42	13 06	0	37 30 ,82800	13 06
3	4,94	14-1-1968	15 48 31	37 48	13 09	33	37 36 ,83280	13 09
4	5,76	15-1-1968	01 33 02	37 51	13 09	33	37 39 ,82920	13 09
5	6,00	15-1-1968	02 01 07	37 42	13 06	33	37 30 ,82800	13 06
6	5,04	15-1-1968	03 18 40	37 51	13 09	33	37 39 ,82920	13 09
7	4,66	15-1-1968	18 22 50	37 42	13 06	0	37 30 ,82800	13 06
8	4,34	15-1-1968	22 19 57	37 48	12 54	33	37 36 ,83280	12 54
9	4,33	16-1-1968	13 10 32	37 48	12 54	33	37 36 ,83280	12 54
10	5,77	16-1-1968	16 42 45	37 48	13 12	22	37 36 ,83280	13 12

zio la soluzione completa dell'equazione di condizione [1], assumendo come dati di partenza quelli riportati nella Tabella 2. Gli elementi che ivi compaiono sono stati presi tenendo conto dei dati forniti dal B.C.I.S. o dall'U.S.C.G.S. (per quanto sopra detto), o mediando su entrambi. Per ciò che riguarda le profondità ipocentrali, osserviamo che per i terremoti n. 2, 7, 10 erano stati dati i valori  $h = 2$  km,  $h = 6$  km,  $h = 16,5$  km rispettivamente. Dovendo però procedere a calcoli di interpolazione sulle tabelle di Jeffrey's, abbiamo preferito, per semplicità attribuire a quei tre terremoti le profondità  $h = 0$  km,  $h = 0$  km,  $h = 22$  km rispettivamente.

Prima di avviare i calcoli abbiamo inoltre frazionato gli intervalli delle dromocrone di Jeffrey's in modo da disporre per le profondità superiori ai 33 km di curve calcolate ogni millesimo di raggio terrestre anziché ogni centesimo; tra 0 e 33 km abbiamo calcolato le dromocrone ogni 11 km.

Nella Tabella 2 riportiamo anche i dati ipocentrali di partenza in coordinate geocentriche.

#### ELABORAZIONE DEI DATI. — OSSERVAZIONI SULLE PROFONDITÀ IPOCENTRALI.

Come abbiamo già accennato era nostra intenzione affrontare lo studio di complessive 15 scosse verificatesi nei giorni 14, 15 e 16 Gennaio ed inizialmente abbiamo proceduto all'esame dei sismogrammi con questa intenzione. Lo spoglio delle registrazioni è stato condotto simultaneamente per *tutti* i 15 terremoti e per tutte le stazioni che avevano risposto alla nostra richiesta. Alla fine di questo lavoro di base dopo attento esame abbiamo dovuto procedere alla eliminazione di alcune stazioni e di cinque delle quindici scosse. Nella già citata Tabella 1 sono riportati i dati rilevati dalle letture delle prime onde.

La ricerca analitica dei dati ipocentrali però, è stata intrapresa volta per volta per ciascuna scossa. Abbiamo ritenuto opportuno iniziare lo studio della scossa principale, la n. 5 della Tabella 2. È stato elaborato un programma che consentisse l'uso di un calcolatore elettronico per risolvere il sistema delle  $n$  equazioni di condizione [1] con il metodo dei minimi quadrati: tale programma conduce anche al calcolo degli errori che, come è noto, è estremamente laborioso ed a



quello dei residui (\*). Ovviamente al calcolatore si son dovuti fornire i coefficienti numerici della [1] elaborati preventivamente per ciascuna stazione.

Alla fine di questo primo tentativo si sono ottenuti dei risultati che ci hanno lasciato perplessi: mentre le correzioni delle coordinate epicentrali di partenza erano risultate dell'ordine di pochi centesimi di grado, la profondità ipocentrale raggiungeva, con la correzione, un valore (di 50 km circa) che abbiamo a tutta prima giudicato eccessivo e pertanto inaccettabile.

La nostra idea a questo riguardo, prima di affrontare il problema analiticamente, era che il fenomeno sismico della Sicilia occidentale avesse avuto origine entro i limiti della crosta terrestre. Le ipotesi avanzate da vari studiosi all'epoca del parossismo suffragavano la nostra; anche nello studio già pubblicato (\*) — al quale ha lavorato uno di noi — si era fatto cenno all'ipotesi di una scarsa profondità, pur avvertendo che la parola definitiva a tale proposito spettava ad una ricerca analitica.

Forti di questa convinzione pensavamo che anche i 33 km assegnati a 7 delle 10 scosse dall'U.S.C.G.S. fossero troppo elevati e perciò abbiamo tentato altri calcoli sia scartando alcune stazioni che abbiamo ritenuto responsabili del preteso errore, sia perfezionando la ricerca dal punto di vista matematico: ma i risultati ci conducevano ancora ad una profondità che ci rifiutavamo di accettare.

A questo punto abbiamo deciso di tenere in sospeso il terremoto n. 5, e di procedere ai calcoli per le altre scosse. Per ciascuna di esse abbiamo fatto più tentativi di approssimazione perché ancora le profondità ipocentrali che via via trovavamo avvaloravano i primi risultati ottenuti con il terremoto n. 5. Infine ci siamo dovuti arrendere all'evidenza.

Il terremoto meno profondo (tra i 10 studiati) raggiunge i km 28,5 circa e il più profondo arriva ai 57 km di profondità.

#### RISULTATI OTTENUTI: EPICENTRI (in coordinate geocentriche e geografiche) - PROFONDITÀ IPOCENTRALI - ERRORI MEDI - RESIDUI.

La Tabella 3 riassume i risultati dei numerosissimi calcoli eseguiti (omettiamo per brevità tanti altri tentativi che abbiamo do-

(\*) Ringraziamo il dr. Console R. dell'I.N.G. che ha studiato e realizzato il programma di cui sopra.

Tabella 3 - DATI IPOCENTRALI.

Terremoto n.	Dati di partenza (in coordinate geocentriche)				I TENTATIVO				II TENTATIVO				III TENTATIVO				RISULTATI DEFINITIVI					
	$t_0$	$\varphi'_0$	$\lambda'_0$	$h_0$ (km)	$\delta t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\delta \varphi'_0 \pm m_{\delta \varphi'_0}$	$\delta \lambda'_0 \pm m_{\delta \lambda'_0}$	$\delta h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	$\delta t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\delta \varphi'_0 \pm m_{\delta \varphi'_0}$	$\delta \lambda'_0 \pm m_{\delta \lambda'_0}$	$\delta h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	$\delta t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\delta \varphi'_0 \pm m_{\delta \varphi'_0}$	$\delta \lambda'_0 \pm m_{\delta \lambda'_0}$	$\delta h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	in Coordinate Geocentriche				in Coo	
																	$t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\varphi'_0 \pm m_{\delta \varphi'_0}$	$\lambda'_0 \pm m_{\delta \lambda'_0}$	$h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	$t_0 \pm m_{\delta t_0}$	
1	12 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	37° 66'38.2"	13° 05'00.0"	33	+1,651 ± 0,608	+0°,0580 ± 0°,048	+0°,0081 ± 0°,046	+ 8,068 ± 9,697	-0°,061 ± 0°,643	+0°,0023 ± 0°,051	-0°,0075 ± 0°,050	+ 0,594 ± 10,350	—	—	—	—	12 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> ,590 ± 0°,643	37°,72412 ± 0°,051	13°,05060 ± 0°,050	39,934 ± 10,350	12 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> ,590 ± 0°,643	37° = 3
2	13 15 43	37 ,51380	13 ,10000	0	+3 ,584 ± 3 ,075	+ 0 ,1836 ± 0 ,058	+ 0 ,0544 ± 0 ,053	+26,684 ± 26,466	+ 0 ,146 ± 0 ,519	-0 ,0285 ± 0 ,047	-0 ,0168 ± 0 ,044	- 4,583 ± 8,179	—	—	—	—	13 15 46 ,730 ± 0 ,519	37 ,66890 ± 0 ,047	13 ,13760 ± 0 ,044	28,417 ± 8,171	13 15 46 ,730 ± 0 ,519	37° = 3
3	15 48 31	37 ,61388	13 ,15000	33	+1 ,871 ± 0 ,470	+ 0 ,0649 ± 0 ,038	-0 ,0591 ± 0 ,038	+ 11,351 ± 6,972	+ 0 ,190 ± 0 ,431	+ 0 ,0143 ± 0 ,035	-0 ,0222 ± 0 ,035	+ 4,877 ± 6,467	—	—	—	—	15 48 33 ,061 ± 0 ,431	37 ,69308 ± 0 ,035	13 ,06870 ± 0 ,035	44,217 ± 6,467	15 48 33 ,061 ± 0 ,431	37° = 3
4	01 33 02	37 ,66382	13 ,15000	33	+1 ,576 ± 0 ,551	+ 0 ,0285 ± 0 ,043	-0 ,0102 ± 0 ,039	+ 15,013 ± 8,939	+ 0 ,191 ± 0 ,557	+ 0 ,0075 ± 0 ,044	-0 ,0154 ± 0 ,039	+ 3,093 ± 9,179	—	—	—	—	01 33 03 ,767 ± 0 ,557	37 ,69982 ± 0 ,044	13 ,12440 ± 0 ,039	48,773 ± 9,179	01 33 03 ,767 ± 0 ,557	37° = 3
5	02 01 07	37 ,51380	13 ,10000	33	+1 ,354 ± 0 ,756	+ 0 ,0660 ± 0 ,045	-0 ,0650 ± 0 ,041	+ 22,183 ± 11,218	-0 ,637 ± 0 ,447	+ 0 ,0275 ± 0 ,033	-0 ,0207 ± 0 ,028	- 8,209 ± 7,125	-0°,003 ± 0°,446	-0°,0004 ± 0°,632	+0°,0007 ± 0°,028	+ 4,434 ± 7,120	02 01 07 ,714 ± 0 ,446	37 ,60690 ± 0 ,032	13 ,01500 ± 0 ,028	43,774 ± 7,120	02 01 07 ,714 ± 0 ,446	37° = 3
6	03 18 40	37 ,66382	13 ,15000	33	+ 0 ,971 ± 0 ,682	-0 ,0313 ± 0 ,590	+ 0 ,0014 ± 0 ,051	+ 9,684 ± 11,218	+ 0 ,094 ± 0 ,651	-0 ,0134 ± 0 ,057	-0 ,0033 ± 0 ,052	+ 6,277 ± 11,412	—	—	—	—	03 18 41 ,065 ± 0 ,651	37 ,61912 ± 0 ,057	13 ,14810 ± 0 ,052	45,617 ± 11,412	03 18 41 ,065 ± 0 ,651	37° = 3
7	18 22 50	37 ,51380	13 ,10000	0	+ 6 ,454 ± 4 ,177	+ 0 ,1328 ± 0 ,120	-0 ,0398 ± 0 ,063	+ 46,253 ± 36,333	-1 ,423 ± 1 ,150	-0 ,0131 ± 0 ,120	+ 0 ,0060 ± 0 ,066	- 7,118 ± 14,721	-0 ,003 ± 1 ,160	-0 ,0001 ± 0 ,120	-0 ,0005 ± 0 ,066	+ 5,573 ± 14,696	18 22 55 ,028 ± 1 ,160	37 ,63340 ± 0 ,120	13 ,06570 ± 0 ,066	38,574 ± 14,696	18 22 55 ,028 ± 1 ,160	37° = 3
8	22 19 57	37 ,61388	12 ,90000	33	+ 0 ,917 ± 0 ,927	-0 ,1110 ± 0 ,089	+ 0 ,1167 ± 0 ,065	+ 24,477 ± 13,627	-0 ,025 ± 0 ,956	-0 ,0027 ± 0 ,093	+ 0 ,0018 ± 0 ,066	- 1,005 ± 13,580	—	—	—	—	22 19 57 ,892 ± 0 ,956	37 ,50018 ± 0 ,093	13 ,01850 ± 0 ,066	57,345 ± 13,580	22 19 57 ,892 ± 0 ,956	37° = 3
9	13 10 32	37 ,61388	12 ,90000	33	- 0 ,405 ± 0 ,627	-0 ,0737 ± 0 ,056	+ 0 ,0169 ± 0 ,060	- 9,615 ± 11,218	+ 1 ,415 ± 3 ,345	-0 ,0004 ± 0 ,060	+ 0 ,0264 ± 0 ,061	+ 21,967 ± 28,974	-1 ,190 ± 0 ,656	-0 ,0032 ± 0 ,058	+ 0 ,0063 ± 0 ,062	-4,872 ± 11,539	13 10 31 ,820 ± 0 ,656	37 ,53658 ± 0 ,058	12 ,94960 ± 0 ,062	34,468 ± 11,539	13 10 31 ,820 ± 0 ,656	37° = 3
10	16 42 45	37 ,61388	13 ,20000	22	+ 7 ,119 ± 2 ,732	+ 0 ,0057 ± 0 ,042	-0 ,0569 ± 0 ,041	+ 60,097 ± 22,550	-4 ,676 ± 0 ,621	+ 0 ,0442 ± 0 ,046	-0 ,0061 ± 0 ,041	-31,316 ± 9,389	-0 ,299 ± 0 ,547	-0 ,0308 ± 0 ,040	-0 ,0214 ± 0 ,036	+ 1,306 ± 8,331	16 42 47 ,144 ± 0 ,547	37 ,63298 ± 0 ,040	13 ,11560 ± 0 ,036	46,986 ± 8,331	16 42 47 ,144 ± 0 ,547	37° = 3

Tabella 3 - DATI IPOCENTRALI.

TENTATIVO		III TENTATIVO				RISULTATI DEFINITIVI							
						in Coordinate Geocentriche				in Coordinate Geografiche			
$\delta\lambda'_0 \pm m_{\delta\lambda'_0}$	$\delta h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	$\delta t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\delta\varphi'_0 \pm m_{\delta\varphi'_0}$	$\delta\lambda'_0 \pm m_{\delta\lambda'_0}$	$\delta h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	$t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\varphi'_0 \pm m_{\delta\varphi'_0}$	$\lambda'_0 \pm m_{\delta\lambda'_0}$	$h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)	$t_0 \pm m_{\delta t_0}$	$\varphi_0 \pm m_{\delta\varphi_0}$	$\lambda_0 \pm m_{\delta\lambda_0}$	$h_0 \pm m_{\delta h_0}$ (km)
$0^{\circ},0075 \pm 0^{\circ},050$	$+ 0,594 \pm 10,350$	—	—	—	—	$12^{\circ}28^m26^s,590 \pm 0^s,643$	$37^{\circ},72412 \pm 0^{\circ},051$	$13^{\circ},05060 \pm 0,050$	$39,934 \pm 10,350$	$12^{\circ}28^m26^s,590 \pm 0^s,643$	$37^{\circ},91203 \pm 0^{\circ},051$ = $37^{\circ}54',7218$	$13^{\circ},05060 \pm 0,050$ = $13^{\circ}3',0360$	$39,93 \pm 10,35$
$0,0168 \pm 0,044$	$- 4,583 \pm 8,179$	—	—	—	—	$13 15 46,730 \pm 0,519$	$37,66890 \pm 0,047$	$13,13760 \pm 0,044$	$28,417 \pm 8,171$	$13 15 46,730 \pm 0,519$	$37^{\circ},85672 \pm 0^{\circ},047$ = $37^{\circ}51',4032$	$13^{\circ},13760 \pm 0,044$ = $13^{\circ}8',2560$	$28,42 \pm 8,18$
$-0,0222 \pm 0,035$	$+ 4,877 \pm 6,467$	—	—	—	—	$15 48 33,061 \pm 0,431$	$37,69308 \pm 0,035$	$13,06870 \pm 0,035$	$44,217 \pm 6,467$	$15 48 33,061 \pm 0,431$	$37^{\circ},88094 \pm 0^{\circ},035$ = $37^{\circ}52',8564$	$13^{\circ},06870 \pm 0,035$ = $13^{\circ}4',1220$	$44,22 \pm 6,47$
$-0,0154 \pm 0,039$	$+ 3,093 \pm 9,179$	—	—	—	—	$01 33 03,767 \pm 0,557$	$37,69982 \pm 0,044$	$13,12440 \pm 0,039$	$48,773 \pm 9,179$	$01 33 03,767 \pm 0,557$	$37^{\circ},88769 \pm 0^{\circ},044$ = $37^{\circ}53',2614$	$13^{\circ},12440 \pm 0,039$ = $13^{\circ}7',4640$	$48,77 \pm 9,18$
$-0,0207 \pm 0,028$	$- 8,209 \pm 7,125$	$-0^{\circ},003 \pm 0^s,446$	$-0^{\circ},0004 \pm 0^s,032$	$+0^{\circ},0007 \pm 0^s,028$	$-4,434 \pm 7,120$	$02 01 07,714 \pm 0,446$	$37,60690 \pm 0,032$	$13,01500 \pm 0,028$	$43,774 \pm 7,120$	$02 01 07,714 \pm 0,446$	$37^{\circ},79461 \pm 0^{\circ},032$ = $37^{\circ}47',6766$	$13^{\circ},01500 \pm 0,028$ = $13^{\circ}0',9000$	$43,77 \pm 7,12$
$-0,0033 \pm 0,052$	$+ 6,277 \pm 11,412$	—	—	—	—	$03 18 41,065 \pm 0,651$	$37,61912 \pm 0,057$	$13,14810 \pm 0,052$	$45,617 \pm 11,412$	$03 18 41,065 \pm 0,651$	$37^{\circ},80686 \pm 0^{\circ},058$ = $37^{\circ}48',4116$	$13^{\circ},14810 \pm 0,052$ = $13^{\circ}8',8860$	$45,62 \pm 11,41$
$0,0060 \pm 0,066$	$- 7,118 \pm 14,721$	$-0,003 \pm 1,160$	$-0,0001 \pm 0,120$	$-0,0005 \pm 0,066$	$+5,573 \pm 14,696$	$18 22 55,028 \pm 1,160$	$37,63340 \pm 0,120$	$13,06570 \pm 0,066$	$38,574 \pm 14,696$	$18 22 55,028 \pm 1,160$	$37^{\circ},82116 \pm 0^{\circ},121$ = $37^{\circ}49',2696$	$13^{\circ},06570 \pm 0,066$ = $13^{\circ}3',9420$	$38,57 \pm 14,70$
$-0,0018 \pm 0,066$	$- 1,005 \pm 13,580$	—	—	—	—	$22 19 57,892 \pm 0,956$	$37,50018 \pm 0,093$	$13,01850 \pm 0,066$	$57,345 \pm 13,580$	$22 19 57,892 \pm 0,956$	$37^{\circ},68772 \pm 0^{\circ},094$ = $37^{\circ}41',2632$	$13^{\circ},01850 \pm 0,066$ = $13^{\circ}1',1100$	$57,34 \pm 13,58$
$-0,0264 \pm 0,061$	$+ 21,967 \pm 28,974$	$-1,190 \pm 0,656$	$-0,0032 \pm 0,058$	$+0,0063 \pm 0,062$	$-4,872 \pm 11,539$	$13 10 31,820 \pm 0,656$	$37,53658 \pm 0,058$	$12,94960 \pm 0,062$	$34,468 \pm 11,539$	$13 10 31,820 \pm 0,656$	$37^{\circ},72418 \pm 0^{\circ},058$ = $37^{\circ}43',4508$	$12^{\circ},94960 \pm 0,062$ = $12^{\circ}56',9760$	$34,47 \pm 11,54$
$0,0061 \pm 0,041$	$-31,316 \pm 9,389$	$-0,299 \pm 0,547$	$-0,0308 \pm 0,040$	$-0,0214 \pm 0,036$	$+1,306 \pm 8,331$	$16 42 47,144 \pm 0,547$	$37,63298 \pm 0,040$	$13,11560 \pm 0,036$	$46,986 \pm 8,331$	$16 42 47,144 \pm 0,547$	$37^{\circ},82074 \pm 0^{\circ},040$ = $37^{\circ}49',2444$	$13^{\circ},11560 \pm 0,036$ = $13^{\circ}6',9360$	$46,99 \pm 8,33$

vuto scartare per motivi diversi). A proposito della Tabella 3 va osservato che per i calcoli ci siamo serviti delle dromocrone di Jeffrey's che, come abbiamo detto nel precedente paragrafo, abbiamo frazionato in modo da disporre di piccoli intervalli per le profondità ipocentrali. Questo ci ha consentito di utilizzare nei successivi tentativi di approssimazione, le due dromocrone contenenti nel loro intervallo la profondità ottenuta dal calcolo.

L'uso dell'elaboratore elettronico e i programmi studiati hanno reso possibile il calcolo dei residui e degli errori medi per ciascuna approssimazione. L'esame attento dei residui ci ha aiutato, volta per volta, a valutare il grado di accettabilità dei risultati conseguiti. Nella Tabella 7 sono stati riportati i residui delle stazioni relativi soltanto ai risultati finali.

#### DISCUSSIONE SUI RISULTATI.

##### a) *Gli epicentri.*

Nella Fig. 1 è riportata la posizione geografica dei 10 epicentri studiati. Essi si distribuiscono lungo la vallata del fiume Belice: qualcuno addirittura si trova proprio lungo il percorso del fiume (i terremoti n. 2, 10, 6, 9), gli altri a breve distanza da esso. Il più lontano è il n. 1 distante una decina di chilometri dal ramo destro del Belice.

Ritroviamo in questa distribuzione la giustificazione dei gravi danni subiti dall'intera regione del Belice. Questi epicentri (e sono soltanto dieci scosse tra le centinaia che ne furono registrate) sono contenuti entro un'area di circa 550 kmq; i più lontani fra loro (il n. 1 ed il n. 8) distano 25 km circa. Alcuni sono a ridosso delle località distrutte o gravemente colpite. Il terremoto n. 5 (la scossa più forte di tutte) è nel triangolo Gibellina, Salaparuta, Poggioreale a 2-3 km da esse; il n. 9 è a 3 km da Montevago (distrutto per il 99%), il n. 8 addirittura nell'abitato di S. Margherita di Belice. È naturale che nascesse, al momento, tanta confusione di notizie, senza contare poi la somma degli effetti che via via si accumulavano con l'insorgere delle nuove scosse.

Sta di fatto, tuttavia, che i risultati del presente studio danno un quadro della distribuzione degli epicentri più soddisfacente che non quella provvisoria che ha costituito il nostro punto di partenza.

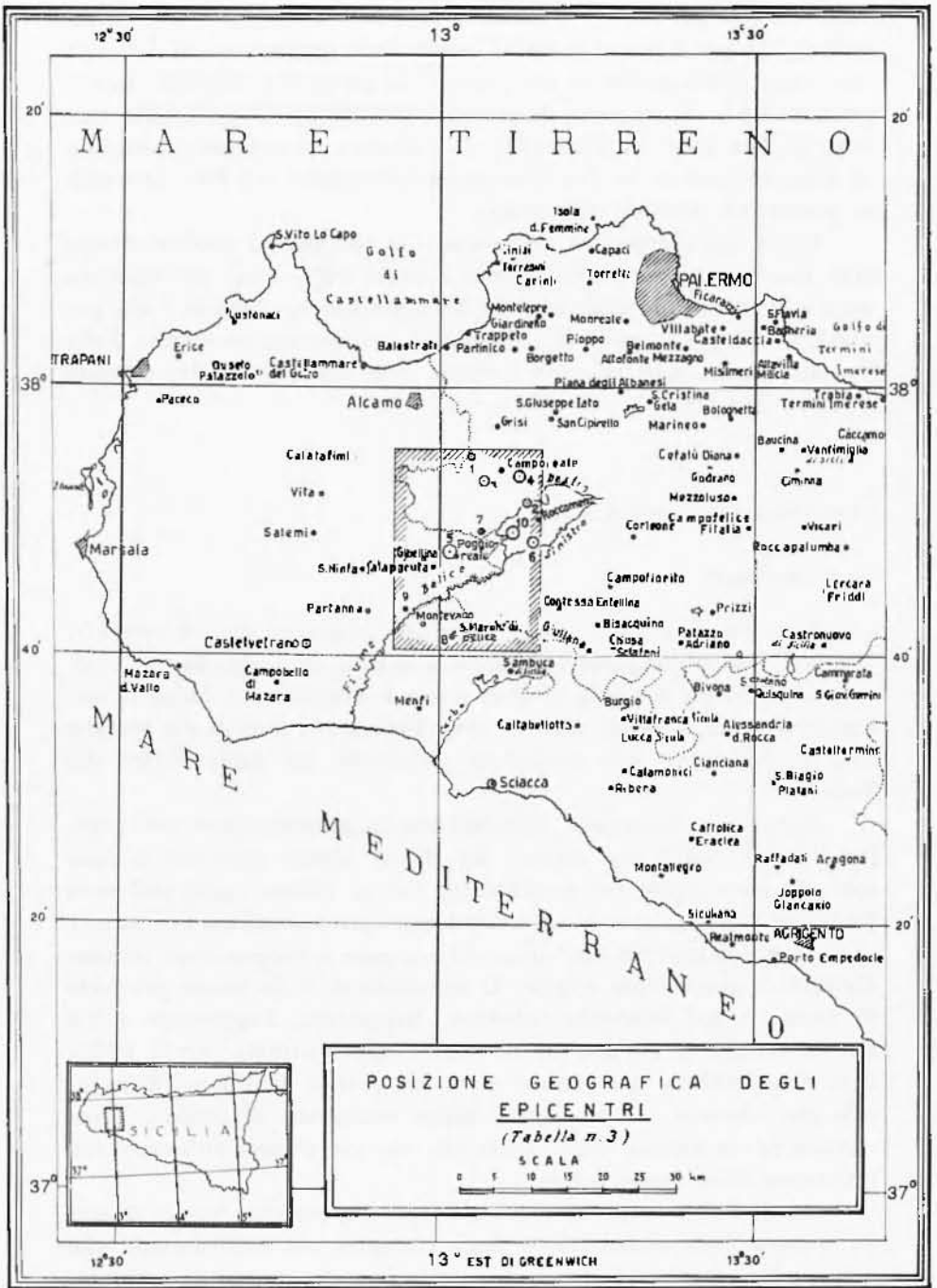


Fig. 1

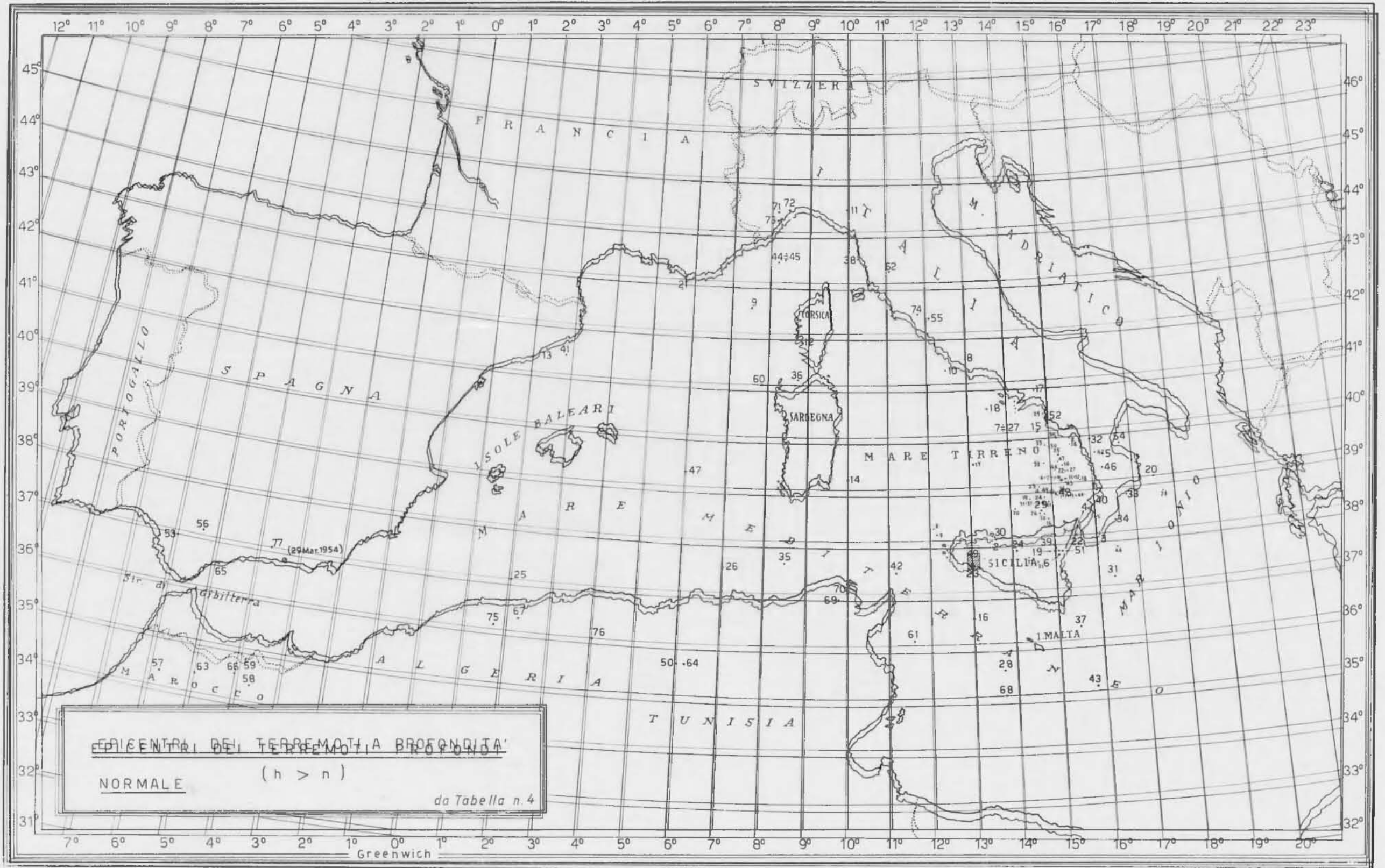


Fig. 2a  
 Fig. 2b  
 Dalle Tabelle 5 e 6.

b) *Le profondità ipocentrali.*

Come si è detto i valori trovati per le profondità ipocentrali dei dieci terremoti studiati (riportati nell'ultima colonna della Tabella 3) sono stati una sorpresa per le nostre aspettative.

È risaputo che la maggior parte dei terremoti europei hanno il loro fuoco entro gli strati della crosta terrestre: solo in poche regioni ben individuate gli ipocentri originano entro il mantello; nell'arco Egeo raramente superano i 170 km di profondità; nella regione dei Carpazi (in Rumania) vanno da 100 a 200 km. Nel Tirreno meridionale si trova una numerosa percentuale di terremoti con profondità ancora più elevate: uno in questi ultimi decenni ha originato perfino a 445 km. Un unico terremoto profondissimo (a 600 km) è stato riscontrato negli ultimi 60 anni nella Spagna meridionale.

I terremoti italiani, per lo meno quelli ubicati sopra la zolla continentale, sono invece caratterizzati da profondità molto modeste, per la maggior parte contenute entro 20 km e certamente originanti entro la crosta terrestre.

Ritenendo valida l'accezione, ormai sostenuta da molti, che la crosta si assottiglia notevolmente verso il bacino meridionale del Mediterraneo, ne consegue che i terremoti della Valle del Belice avrebbero il loro ipocentro nelle immediate vicinanze della Moho. Una ricerca di rifrazione profonda effettuata in Sicilia nel 1968 da un gruppo di ricercatori italiani e stranieri (\*) ha condotto a risultati che ci sembra piuttosto interessante ricordare. La linea di rifrazione principale seguita in questa campagna attraversa la Sicilia settentrionale da Trapani all'Etna: sono stati utilizzati scoppi in mare di fronte a Trapani e a Catania quindi almeno per una parte il profilo sismico comprende la zona interessata dai movimenti tellurici in studio. Da questa campagna gli studiosi hanno dedotto che la struttura della crosta, in corrispondenza della linea di prospezione, si presenta molto complessa. La parte occidentale sarebbe caratterizzata da una crosta sialica di circa 15 km di spessore e da un'ampia zona di transizione al mantello superiore. Nella parte orientale della Sicilia invece la crosta sialica aumenterebbe fino a raggiungere uno spessore di 25 km in corrispondenza dell'Etna ed uno strato di transizione si troverebbe fra i 25 e i 35 km di profondità.

Non vogliamo e non possiamo interpretare i risultati da noi conseguiti nel presente studio. Certo la conoscenza del bacino del Mediterraneo è ancora lontana dalla sua completezza, anche se in questi

ultimi anni gli studi a questo riguardo si sono moltiplicati ed approfonditi. Noi, per ora, ci limitiamo ad esporre dei dati di fatto, che in un certo senso, riescono nuovi anche perché pochi sono i terremoti con epicentro in Sicilia che sono stati studiati analiticamente, e nessuno poi con provenienza dalla Sicilia occidentale.

Siamo certi che quando potremo studiare anche la natura delle scosse all'ipocentro e potremo rilevare altri aspetti geologici della zona se ne potranno ottenere utili conoscenze.

Intanto però ci sembra interessante presentare la carta della Figura 2a e 2b nella quale sono riportati i principali epicentri di terremoti normali e profondi delle Tabelle 4, 5, 6 del bacino del Mediterraneo occidentale e del Tirreno (relativi a quest'ultimo secolo), ricordando che la situazione del basso Tirreno, sede indiscussa di fenomeni sismici ad elevata profondità, presenta delle caratteristiche tutte proprie delle aree pacifiche, anche se, a detta di qualche autore<sup>(16)</sup> la natura fisica delle scosse all'ipocentro si presenta, nell'area tirrenica, differente da quella prevalente delle zone sismiche circum-pacifiche.

Per queste Tabelle abbiamo attinto a varie fonti: dal catalogo europeo di Kárník a lavori singoli (Peterschmitt, Rothè, Caputo, Girlanda, Caloi, Di Filippo...) ai centri internazionali U.S.C.G.S., BCIS, ai bollettini nazionali ecc. Ci siamo limitati a mettere in risalto prevalentemente la zona del Mediterraneo centro-occidentale e le regioni costiere. Il quadro ovviamente non è completo. Moltissimi terremoti disastrosi avvennero nei secoli precedenti a questo: ma anche limitato alla documentazione di questo ultimo secolo esso serve a dare un'idea abbastanza chiara del comportamento sismico dell'area.

### c) *I residui.*

La Tabella 7 raccoglie la serie dei residui di ogni stazione calcolati per i 10 terremoti studiati. I valori che ivi compaiono sono, come si è detto, quelli relativi ai risultati finali dei dati ipocentrali. Non è facile tentare una interpretazione su un probabile significato di questa Tabella. L'entità numerica dei residui rientra, per molte stazioni, entro i limiti accettabili degli errori di osservazione (si ricorda che alcuni inizi si sono dovuti rilevare quando la registrazione del terremoto precedente non aveva ancora raggiunto lo stato di quiete). Riteniamo che, ove esistesse, questo significato andrebbe cercato non tanto tra i residui relativi ad uno stesso terremoto, quanto tra i residui di una stessa stazione relativi a tutta la serie dei terremoti



studiati, il che equivarrebbe a supporre un diverso comportamento della propagazione delle prime onde lungo i diversi tragitti; e questo potrebbe forse essere ragionevole anche se sarebbe estremamente difficile poterlo dimostrare per questa via. Dalla Tabella 7 si vede che i residui di Monaco e di Isola sono risultati tutti positivi; e così pure quelli di Algeri ed Atene; le stazioni del Marocco invece (Averroes, Rabat, Ifrane) hanno una prevalenza di residui negativi. È indubbio che la complessa struttura profonda del bacino Mediterraneo gioca un ruolo importante nella propagazione delle onde sismiche.

A chiusura di quanto detto in questo paragrafo osserviamo che di fronte a qualche valore che ci è sembrato troppo elevato (come ad esempio il 3,636 di Monaco, il  $-3,426$  di Zagabria  $-3,399$  di Averroes e qualche altro) siamo rimasti incerti se accettarli o meno: però considerando la nitidezza delle registrazioni, la serietà delle stazioni ben attrezzate strumentalmente e con ottimi servizi di tempo, non ci siamo sentiti autorizzati a sopprimere i dati di queste stazioni. I valori un pò eccessivi dei loro residui potranno forse trovare giustificazione in altri motivi.

#### CONCLUSIONI.

A nostro avviso, uno degli aspetti più interessanti di questo studio, è stato quello di aver trovato che i terremoti originano a profondità superiori a quelle che per il resto dell'Italia. Che la Sicilia sia geologicamente più legata alle strutture a sud dell'arco-calabro che non al continente europeo? La struttura del Mediterraneo è indubbiamente molto complessa. In questi ultimi anni essa è stata fatta oggetto di particolari e attenti studi programmati nei vari congressi della Commissione Sismologica Europea.

Ci vorrà del tempo prima che tutte le ricerche vengano completate, e coordinate in modo da giungere a risultati concordi e soddisfacenti. Per il momento tutte le ipotesi che si fanno sulla origine del Mediterraneo sono tutte accettabili e tutte criticabili.

Interessante ci sembra l'ipotesi avanzata da Ritsema<sup>(16)</sup> nei riguardi delle tensioni che agiscono nel basso Tirreno. Egli dice che « sembra come se per una spinta dell'arco calabro prospiciente il Mar Jonio, in direzione ESE venga generata una nuova crosta oceanica nella scia dell'arco calabro, accompagnata da una attività vulcanica in superficie e da assestamenti negli strati del Mantello Superiore ».

Tabella 4 - TERREMOTI A PROFONDITÀ NORMALE NELLA ZONA DEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE, DEL MAR TIRRENO E REGIONI LIMITROFE DAL 1900 AL MAGGIO 1971  
(in ordine cronologico).

N.	Data	Tempo origine	Epicentro	<i>h</i> (km)	<i>M</i>	Regione epicentr.	Fonte di informaz.
		h m					
1	8 Settembre 1905	01 43	38° 8' N 16° 1' E	8-26	7.3	Al largo coste Calabre	Catalogo Kärnik
2	11 Settembre 1906	19 03	38° 0' N 13° 6' E	15	(4.7)	Coste Sicilia settentr.	Catalogo Kärnik
3	23 Ottobre 1907	20 28	38° 0' N 16° 1' E	10-15	5.9	Coste Calabre merid.	Catalogo Kärnik
4	28 Dicembre 1908	04 20	38° 2' N 15° 6' E	8-10	7 1/2	Messina	Catalogo Kärnik
5	28 Giugno 1913	08 53	39° 5' N 16° 3' E	12-19	5.5	Calabria	Catalogo Kärnik
6	8 Maggio 1914	18 02	37° 6' N 15° 1' E	2	4.9	Etna	Catalogo Kärnik
7	28 Dicembre 1917	16 05	40° N 14° E	(n)*	5.2	Mar Tirreno	Peterschmitt-Kärnik
8	18 Giugno 1918	15 45	41° 5' N 13° 0' E	n	(3.3)	Lazio	Peterschmitt-Morelli
9	10 Agosto 1918	18 44	42° 5' N 7° 5' E	n	4.7	Mare-Sentito a Tolone	Rothé
10	22 Ottobre 1919	06 06	41° 1/4' N 12° 1/2' E	10	5.6	Mar Tirreno	Kärnik-Peterschmitt
11	7 Settembre 1920	05 56	44° 4' N 10° 0' E	12-15	5 3/4	Coste Golfo Genova	Kärnik-Rothé
12	7 Febbraio 1928	23 28	41° 8' N 8° 8' E	n	4.4	Corsica	Kärnik-Rothé
13	28 Novembre 1928	14 16	41° 5' N 2° 3' E	n	(4.2)	Coste Catalogna	Kärnik-Rothé
14	12 Maggio 1929	17 01	39° 2' N 10° 0' E	n	< 5.3	Mare Sardegna mer.	Rothé-Peterschmitt
15	16 Ottobre 1929	01 05	40° N 14° 3/4' E	n	4.8?	Mar Tirreno	Kärnik-Peterschmitt
16	13 Dicembre 1929	04 45	36° 1/2' N 13° E	n	5.2	Mare Sicilia merid.	Kärnik-Peterschmitt
17	27 Aprile 1930	01 47	40° 8' N 14° 7' E	5-11	4.0	Campania	Kärnik (catalogo)
18	16 Giugno 1930	17 59	40° 1/2' N 13° 1/2' E	(n)	4.5?	Mar Tirreno	Kärnik-Peterschmitt
19	3 Agosto 1931	21 03	37° 7' N 15° 0' E	2	(4.2)	Etna	Kärnik-Peterschmitt
20	2 Gennaio 1932	23 36	39° 0' N 17° 5' E	n	5.4	Coste orient. Calabria (2 scosse)	Kärnik-Peterschmitt
21	1 Maggio 1932	02 42	42° 8' N 5° 7' E	n	4.8	Mare a sud di Tolone	Kärnik-Rothé
22	22 Maggio 1932	17 02	38° 0' N 15° 1/2' E	n	4.9	Stretto di Messina	Kärnik-Peterschmitt
23	26 Febbraio 1933	02 49	37° 5' N 13° 1' E	10	(4.3)	Coste Sicilia sud-occ.	Kärnik
24	11 Settembre 1934	01 20	37° 8' N 14° 1' E	6	4.3	Sicilia centro-sett.	Kärnik-Peterschmitt
25	7 Novembre 1934	14 34	37° 0' N 2° 0' E	n	4.6	Al largo coste Alger.	Kärnik-Rothé

\* Con « n » vengono indicate nei cataloghi le profondità non calcolate numericamente ma contenute entro i limiti della crosta terrestre.

Seguito Tabella 4

N.	Data	Tempo origine	Epicentro	$h$		$M$	Regione epicentr.	Fonte di informaz.
				(km)				
26	19 Settembre 1935	<sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 12	37°.5 N 7°.0 E	n		4.9	Al largo coste Alger.	Kàrnik-Rothé
27	29 Ottobre 1935	20 54	40°.0 N 14°.0 E	n		4.8	Mar Tirreno	Kàrnik-Peterschmitt
28	20 Gennaio 1936	08 05	35°.5 N 13°.7 E	n		5.1	Regione Malta (al largo)	Kàrnik-Rothé
29	27 Gennaio 1939	20 10	38°.5 N 14°.7 E	(15)		4.8	Mar Tirreno	Kàrnik-Peters.-Rothé
30	15 Gennaio 1940	13 19	38°.1 N 13°.5 E	10-15		4.8	Costa Sicilia sett.	Kàrnik-Rothé
31	4 Agosto 1945	14 48	37°.2 N 16°.4 E	n		5.3	Mar Ionio-largo coste Calabre	Kàrnik-Peterschmitt
32	3 Aprile 1946	17 02	39°.8 N 16°.0 E	n		4.2?	Calabria settentr.	Kàrnik-Peterschmitt
33	11 Maggio 1947	06 32	38°.7 N 16°.8 E	30		5.8	Mare Ionio-Coste Calabre	Peterschmitt-Rothé-Valle
34	10 Ottobre 1947	08 40	38°1/4 N 16°1/2 E	n		?	Coste Calabre sud-orientali	Peterschmitt-Kàrnik
35	27 Ottobre 1947	10 30	37°.6 N 8°.5 E	n		4.6	M. Mediterraneo-Coste Algerine	Kàrnik-Rothé
36	13 Novembre 1948	09 52	41°.1 N 8°.7 E	22		4.5	Stretto di Bonifacio	Peronaci-Rothé-Kàrnik
37	8 Ottobre 1949	03 09	36°.3 N 15°.5 E	n		4.7	M. Mediterraneo, sud Sicilia	Rothé
38	1 Aprile 1950	21 54	43°.5 N 10°.3 E	10		4.7	Coste Toscana, presso Livorno	Rothé-Kàrnik
39	19 Marzo 1952	08 14	37°.7 N 15°.1 E	(5)		4.8	Etna	Kàrnik-Peterschmitt
40	25 Febbraio 1953	00 08	38°.7 N 16°.1 E	n		(4.4)	Coste Calabre occid.	Rothé-Kàrnik
41	8 Agosto 1958	05 29 20 37	41°.4 N 2°.8 E	n		< 5.3	Presso coste Catalogna	Rothé (2 scosse)
42	6 Maggio 1961	16 04	37°.4 N 11°.2 E	30		4 1/2	Canale di Sicilia	Rothé-USCGS
43	10 Maggio 1961	17 08	35°.1 N 15°.8 E	—		d	M. Mediterraneo - Malta	Rothé
44	19 Luglio 1963	05 45	43°.4 N 8°.2 E	33		5.7/6.2	Mar Ligure (2 scosse)	Rothé-USCGS
45	27 Luglio 1963	05 58	43°.4 N 8°.2 E	33		5.4	Mar Ligure	Rothé-USCGS
46	1 Ottobre 1965	18 38	39°1/4 N 16°1/4 E	—		(4.0)	Cosentino	ING
47	12 Marzo 1966	22 48	39°.3 N 6°.0 E	33		4.4	Ad est delle Baleari	Rothé-USCGS
48	15 Agosto 1967	07 07	38°.8 N 15°.1 E	33		4.5	Mar Tirreno	BCIS-USCGS
49	14 Gennaio 1968	—	15 Gennaio - 16 Gennaio	—		(e seguenti) ...	Sicilia Occidentale	
50	26 Gennaio 1969	14 26	35°.6 N 6°.0 E	31		4.7	Algeria	USCGS

Seguito Tabella 4

N.	Data	Tempo origine	Epicentro	$h$ (km)	$M$	Regione epicentr.	Fonte di informaz.
51	31 Marzo 1969	<sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 24	37°.7 N 15°.2 E	—	(4.0)	Etna	BCIS
52	21 Maggio 1969	09 04	40°.3 N 15°.0 E	sup.	4.0	Campania (Cilento)	ING
53	4 Giugno 1969	02 26	36°.9 N 6°.0 W	n	4.0	Spagna meridionale	USCGS
54	2 Luglio 1969	10 31	39°.7 N 16°.7 E	n	4.3	Mar Ionio (Golfo Sibarici)	USCGS
55	2 Luglio 1969 (2 scosse)	07 56 08 03	42°.3 N 12°.1 E	8	( 4.4 4.5	Tolfa (presso Civitavecchia)	ING: De Panflis
56	4 Marzo 1970	21 25	37°.1 N 5°.4 W	n	—	Spagna merid. (più scosse)	USCGS
57	7 Marzo 1970	16 12	34°.3 N 5°.8 W	—	(4.0)	Marocco	BCIS
58	22 Marzo 1970	10 03	34°.3 N 3°.7 W	—	—	Marocco	BCIS
59	7 Aprile 1970	09 16	34°.8 N 3°.9 W	n	4.9	Marocco	USCGS
60	18 Giugno 1970	09 03	41° N 7°.8 E	—	—	Ad ovest della Sardegna	BCIS
61	28 Giugno 1970	13 40	36°.1 N 11°.6 E	—	—	Al largo coste Tunisia	BCIS
62	19 Agosto 1970	12 20	43°.2 N 11°.1 E	n	5.1	Presso Massa Marittima	USCGS
63	7 Settembre 1970	18 32	34°.4 N 5°.0 W	—	(3 1/2)	Marocco	BCIS
64	2 Ottobre 1970	00 32	35°.6 N 6°.2 E	36	4.5	Algeria	USCGS
65	4 Ottobre 1970	03 51	36°.5 N 4°.9 W	n	3.7	Stretto di Gibilterra	USCGS
66	5 Ottobre 1970	10 26	34°.5 N 4°.1 W	n	4.0	Marocco	USCGS
67	9 Ottobre 1970	00 27	36°.3 N 2°.3 E	17	4.0	Algeria	USCGS
68	9 Ottobre 1970	07 34	35°.0 N 13°.7 E	n	4.3	Mediterraneo (Epic. inconsueto)	USCGS
69	1 Dicembre 1970	01 03	36°.9 N 9°.7 E	24	5.1	Tunisia	USCGS
70	12 Dicembre 1970	07 09	37°.0 N 10°.0 E	n	4.7	Tunisia	USCGS
71	30 Dicembre 1970	02 20	44°.4 N 8°.2 E	n	4.0	Savonese (numerose repliche)	USCGS
72	31 Dicembre 1970	22 05	44°.4 N 8°.5 E	n	4.1	Savonese	USCGS
73	4 Gennaio 1971	22 08	44°.2 N 8°.2 E	—	—	Savonese	BCIS
74	6 Febbraio 1971	18 09	42°.4 N 11°.8 E	5	4.5	Toscana (varie repliche)	BCIS-ING
75	23 Febbraio 1971	07 15	36°.1 N 1°.7 E	—	(3.9)	Algeria	BCIS
76	17 Aprile 1971	21 45	36° N 4° E	—	—	Algeria	BCIS
77	1 Maggio 1971	10 38	37°.0 N 3°.7 W	—	—	Sierra Nevada	BCIS

Tabella 5 - TERREMOTI PROFONDI NELLA ZONA DEL MAR TIRRENO E REGIONI LIMITROFE  
DAL 1900 AL MAGGIO 1971  
(in ordine cronologico)

N.	Data		Tempo origine		Epicentro		M	h (km)	Fonte di informazione	
			h	m						
1	1	Agosto	1910	10 40	39°	N 15°	E	6 1/2	200	Catalogo Kärnik-Rothé
2	5	Aprile	1911	15 28	40° 0	N 15° 1/2	E	5 3/4	200	Catalogo Kärnik-Rothé
3	7	Luglio	1915	16 43	39° 0	N 15° 0	E	6	250-300	Rothé-Peterschmitt
4	17	Agosto	1926	01 43	39° 0	N 14° 3/4	E	5 3/4	100	Rothé-Peters.-Kärnik
5	7	Marzo	1928	10 55	38° 5	N 16° 0	E	6	100	Rothé-Peterschmitt
6	17	Ottobre	1937	09 59	39° 3	N 15° 2	E	5.8	300	Peterschmitt-Kärnik
7	13	Aprile	1938	02 46	39° 3	N 15° 2	E	7	291	Caloi-Giorgi-Kärnik
8	16	Marzo	1941	16 35	38° 4	N 12° 1	E	6.8	85	Di Filippo
9	16	Marzo	1941	18 48	38° 3	N 12° 2	E	5 3/4	(100)	Rothé-Kärnik
10	17	Settembre	1943	03 39	39° 5	N 15° 3	E	5 1/2	270	Rothé
11	31	Luglio	1947	07 55	39° 1/4	N 15° 1/4	E	5 1/2	290	Rothé-Peters.-Kärnik
12	1	Settembre	1947	22 19	39° 1/4	N 15° 1/4	E	5 1/2	250	Rothé-Petersch.-Kärnik
13	10	Settembre	1952	04 17	39° 0	N 15° 0	E	5 1/4	220	Peterschmitt-Kärnik
14	26	Dicembre	1952	23 56	39° 9	N 15° 5	E	5 3/4	265	Girlanda
15	30	Luglio	1953	11 53	39° 5	N 17° 9	E	5	150	Peterschmitt-Kärnik
16	23	Novembre	1954	13 00	38° 5	N 14° 9	E	5 3/4	230	Peterschmitt-Kärnik
17	17	Febbraio	1955	19 32	39° 6	N 13° 1	E	5 1/4	445	Rothé
18	1	Febbraio	1956	15 11	39° 2	N 15° 7	E	6 1/4	215	Peterschmitt
19	5	Gennaio	1957	18 48	38° 9	N 14° 5	E	5.3-5.9	306	Rothé
20	20	Maggio	1957	19 58	38° 7	N 14° 1	E	5.8	60	Rothé
21	23	Dicembre	1959	09 29	37° 7	N 14° 6	E	5.3-5.9	77	Federico-Girlanda
22	3	Gennaio	1960	20 20	39° 3	N 15° 3	E	6.2	290	Rothé
23	25	Marzo	1962	21 38	39° 1	N 14° 7	E	5.3-5.9	343	Rothé
24	1	Giugno	1963	20 36	38° 9	N 14° 8	E	4.4	280	Rothé-Caputo
25	26	Luglio	1963	09 27	39° 6	N 15° 2	E	4.2	340	Rothé-Caputo-USCGS
26	14	Aprile	1964	06 35	38° 6	N 14° 7	E	4.3	280	Rothé-Caputo
27	4	Ottobre	1964	01 47	39° 4	N 15° 4	E	4.2	260	USCGS
28	12	Marzo	1965	20 19	38° 9	N 17° 7	E	4.6	73	USCGS
29	23	Dicembre	1965	15 29	40° 5	N 14° 9	E	5.2	320	Rothé
30	3	Febbraio	1966	13 23	38° 6	N 14° 8	E	4.4	250	Rothé-USCGS
31	2	Giugno	1967	20 20	38° 8	N 14° 8	E	4.0	260	Rothé-USCGS
32	31	Ottobre	1967	21 08	37° 8	N 14° 4	E	5.4	70	I.N.G.
33	21	Aprile	1968	21 09	39° 9	N 14° 9	E	4.3	310	Rothé-USCGS
34	1	Ottobre	1968	16 31	40° 2	N 15° 4	E	4.2	290	Rothé-USCGS
35	29	Marzo	1969	01 43	40° 0	N 15° 2	E	4.6	310	Rothé-USCGS
36	2	Aprile	1969	01 38	39° 0	N 15° 3	E	4.8	260	Rothé-USCGS
37	13	Aprile	1969	05 46	38° 8	N 14° 8	E	4.1	274	USCGS
38	15	Aprile	1969	00 57	39° 6	N 14° 8	E	4.1	299	USCGS
39	12	Ottobre	1969	18 54	39° 9	N 15° 0	E	4.0	288	USCGS-Rothé
40	23	Ottobre	1969	02 13	39° 0	N 15° 0	E	4.0	273	USCGS
41	29	Gennaio	1970	11 09	38° 8	N 14° 9	E	4.7	280	USCGS
42	17	Febbraio	1970	07 32	39° 7	N 16° 1	E	4.4	262	USCGS
43	5	Giugno	1970	09 21	39° 2	N 15° 4	E	4.4	262	USCGS
44	16	Agosto	1970	10 45	37° 9	N 16° 5	E	4.3	52	USCGS
									80	BCIS
45	3	Aprile	1971	04 03	39°	N 14° 9	E	4.4	305	BCIS
									297	USCGS
46	25	Aprile	1971	04 39	39° 4	N 15° 1	E	—	325	BCIS
47	1	Maggio	1971	22 20	39° 6	N 15° 2	E	—	290	BCIS

Tabella 6 - TERREMOTI PROFONDI-SPAGNA MERIDIONALE.

N.	Data		Tempo origine		Epicentro		M	h (km)	Fonte di informazione	
			h	m						
1	29	Marzo	1954	06 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	36° 9	N 3° 3	W	7.1	620	BCIS
									650	USCGS

Tabella 7 - RESIDUI DELLE STAZIONI RELATIVI AI RISULTATI DEFINITIVI.

STAZIONI	Terrem. n. 1	Terrem. n. 2	Terrem. n. 3	Terrem. n. 4	Terrem. n. 5	Terrem. n. 6	Terrem. n. 7	Terrem. n. 8	Terrem. n. 9	Terrem. n. 10
Messina Università	0,554	-0,318	0,868	0,326	1,136	0,034	-0,558	-0,087	-0,049	-0,661
Messina ING	—	-0,218	—	-0,181	0,236	-2,166	-0,658	1,013	0,951	0,639
Reggio Calabria	-1,001	-1,497	-0,114	-0,681	1,101	-0,314	1,822	—	-0,222	-1,097
Roma Università	-2,296	0,752	1,327	1,599	0,728	2,261	—	—	—	1,699
Taranto	1,207	2,139	-1,205	1,450	-2,312	—	-2,653	—	—	—
Cuglieri	—	1,828	2,273	-1,777	-1,461	—	—	—	—	2,258
L'Aquila	1,600	0,042	-0,724	-1,171	0,177	—	—	—	—	1,155
Sétif	-0,821	0,802	1,158	2,419	-1,028	2,377	—	—	0,717	—
Prato	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-1,902
Bologna	—	—	—	—	-2,403	—	—	—	—	-2,889
Monaco Principato	3,636	1,191	—	3,377	1,710	—	2,243	—	1,404	—
Isola	1,609	—	—	2,314	1,570	—	1,410	—	1,620	3,239
Trieste	-0,713	-1,998	-1,022	-2,147	-1,141	—	0,498	-1,419	-2,098	1,193
Pavia	—	—	—	-2,297	—	—	—	—	—	-2,455
Algeri	—	—	—	3,244	1,002	—	—	—	—	2,795
Zagabria	—	—	—	0,754	-3,426	—	—	—	—	-0,108
Atene Università	2,123	1,129	0,287	1,553	2,132	0,961	—	—	—	1,337
Lanslevillard	-0,680	0,220	-0,560	0,943	0,440	0,814	—	2,923	0,714	-0,787
Barcellona	—	—	—	—	-0,645	—	—	—	—	—
Sofia	—	—	—	1,110	—	—	—	0,577	—	0,743
Roseland	—	—	-0,431	0,357	-1,023	-1,162	-1,291	-0,966	-1,120	0,235
Chur	—	—	—	-0,414	1,409	—	—	—	—	0,575
Zurigo	—	—	—	-2,750	—	—	—	—	—	—
Vouglans	-1,896	-2,319	-0,110	-0,136	0,477	-1,854	-1,257	—	-2,300	-0,764
Neuchâtel	—	—	—	-2,060	-1,473	—	—	—	—	0,265
Pavlikeny	—	—	—	0,830	1,651	1,551	—	—	—	—
Vienna H.	-0,884	—	0,755	—	0,991	—	—	—	—	0,123
Clermont Ferrand	1,568	-1,165	—	0,676	1,019	—	—	—	—	-1,250
Stoccarda	-0,251	-0,811	-1,897	0,473	0,773	0,910	-0,728	—	—	1,572
Bue	—	—	-0,927	1,878	0,891	-1,086	—	—	—	—

Seguito Tabella 7

STAZIONI	Terrem. n. 1	Terrem. n. 2	Terrem. n. 3	Terrem. n. 4	Terrem. n. 5	Terrem. n. 6	Terrem. n. 7	Terrem. n. 8	Terrem. n. 9	Terrem. n. 10
Strasburgo	-0,519	—	-0,261	0,861	0,532	—	—	0,834	—	0,830
Campulung	-0,200	—	0,846	-0,731	-0,272	0,666	-0,380	-1,702	—	0,102
Karlsruhe	—	—	—	-1,072	-0,827	—	—	—	—	—
Bucarest	—	—	—	-0,720	0,123	-1,817	—	—	—	0,353
Praga K.	—	—	—	-0,315	—	—	—	—	—	-0,970
Almeria	—	—	—	—	-0,158	—	—	—	—	—
Istanbul	—	—	—	-1,656	2,523	—	—	—	—	1,181
Luxembourg	—	—	—	—	2,023	—	—	—	—	—
Vrincioaia	-2,221	—	-0,700	—	-1,035	—	2,286	—	—	—
Focsani	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-2,565
Cracovia	-1,327	—	—	-1,511	-1,813	—	0,242	-0,972	—	-3,203
Toledo	-0,818	-0,389	—	-2,344	-0,169	-0,112	-0,682	-1,546	—	0,739
Malaga	—	—	—	—	2,587	—	—	—	—	—
Iasi	—	—	—	-2,125	-2,375	—	—	—	—	-0,575
Uccle	—	—	—	—	-0,643	—	—	—	—	0,715
Ifrane	—	—	-1,067	-2,432	-0,035	—	—	0,105	—	-0,804
De Bilt	—	—	—	—	-0,181	—	—	—	—	-2,112
Witteven	—	—	—	—	-1,088	—	—	—	—	—
Tamanrasset	-0,458	-0,907	-1,216	0,142	-2,141	0,809	—	—	-1,080	0,534
Rabat Zaers	—	—	—	-1,272	1,733	—	—	—	—	-1,486
Averroes	—	—	—	-3,399	-1,960	-3,004	—	—	—	-0,788
Lisbona	—	—	—	1,659	-0,461	—	—	—	—	-3,599
Karlskrona	—	—	—	-0,594	0,894	—	—	—	—	0,796
Ksara	—	—	—	—	-1,295	—	—	—	—	—
Gerusalemme	—	—	—	—	0,955	—	—	—	—	-0,579
Goteborg	—	—	0,002	-0,137	0,309	—	—	—	—	0,796
Uppsala	-0,464	-1,509	1,413	2,896	0,493	0,350	0,179	—	—	1,493
Uddeholm	-0,033	-0,410	-0,642	0,180	-0,497	0,556	-0,475	-0,506	0,760	0,274
Skalstugan	—	1,521	0,510	0,822	0,403	-1,422	—	0,177	-0,742	1,288
Umea	1,229	1,274	0,059	0,215	1,286	—	—	—	—	0,478
Kiruna	1,055	0,640	1,378	1,847	0,469	1,646	—	1,570	1,445	1,190

Questa ipotesi, accompagnata da altre considerazioni dell'autore, contrasterebbe però con l'idea classica che il sistema montuoso alpino della regione Mediterranea sia generato da una spinta del continente Africano in direzione dell'Europa.

Come si vede il problema è aperto alle discussioni, sicché ogni studio relativo alla vasta regione Mediterranea può apportare un contributo utile.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) BARATTA M., *I terremoti d'Italia*, « R. Accademia Nazionale dei Lincei - Pubblicazioni della Commissione Italiana per lo studio delle grandi calamità », VI, Le Monnier, 1936.
- (2) BOSI C., CAVALLO R., MANFREDINI M., *Il terremoto della valle del Belice del Gennaio 1968*, Consiglio Nazionale delle Ricerche « Centro di studio per la Geologia Tecnica », Febb. 1968.
- (3) CALOI P., GIORGI M., *Studio del terremoto delle isole Lipari del 13/4/1938*, « Annali di Geofisica », IV, 1951.
- (4) CALOI P., PERONACI F., *Il terremoto del Turkestan del 2/11/1946* « Annali di Geofisica », I, 1948.
- (5) CAPUTO M., PANZA G. F., POSTPISCHL D., *Deep Structure of the Mediterranean basin*, « Journal of Geophysical Research », 75, 26, 1970.
- (6) CASSINIS R., FINETTI I., GOESE P., MORELLI C., STEINMETZ L., VECCHIA O., *Deep seismic refraction research on Sicily*, « Bollettino di Geofisica teorica ed applicata », XI, 43-44, 1969.
- (7) DE PANFILIS M., *Un periodo sismico nella zona dei monti della Tolfa*, « Annali di Geofisica », XXII, 1969.
- (8) DE PANFILIS M., MARCELLI L., *Il periodo sismico della Sicilia Occidentale iniziato il 14/1/1968*, « Annali di Geofisica », XXI, 4, 1968.
- (9) DI FILIPPO D., *Studio microsismico del terremoto del basso Tirreno del 16/3/1941*, « Boll. Soc. Sism. Ital. », XXXIX, 3-4, 1941.
- (10) GIRLANDA A., *Sul terremoto profondo delle isole Eolie del 23/11/1954*, « Annali di Geofisica », VIII, 1955.
- (11) FEDERICO B., GIRLANDA A., *Il terremoto della Sicilia del 23/12/1959 e la discontinuità « 20° »*, « Annali di Geofisica », XVIII, 1965.
- (12) KÄRNİK V., *Seismicity of the European area* (vol. 1), D. Reidel publishing Company-Dordrecht-Holland, 1969.
- (13) MARCELLI L., *Breve relazione sulla attività svolta dall'I.N.G. di Roma in occasione degli eventi sismici della Sicilia Occidentale*, « Atti Ass. Geofis. Ital. », Marzo, 1968.



- (14) PERONACI F., *Il terremoto Sardo del 13/11/1948*, « Annali di Geofisica », VI, 1953.
- (15) PETERSCHMITT E., *Quelques donnees nouvelles sur les seismes profonds de la mer Tyrrhenienne*, « Annali di Geofisica », IX, 1956.
- (16) RITSEMA A. R., *Seismo tectonic implications of a review of European Earthquake Mechanism*. « Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau Band », F. Enke/Verlag/Stuttgart, 59, 1969.
- (17) ROTHÉ J. P., *Seismicité de l'Atlantique oriental et de la Méditerranée occidentale*, « Colloque International de Geologie et Geophysique sous-marine », Villefranche-sur Mer, Sept. 1968.
- (18) VALLE P. E., *Tentativo di controllo del periodo sismico siciliano iniziato il 14/1/1968*, « Annali di Geofisica », XXII, 1969.
-