PUBBLICAZIONI
DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA

N. 162

L. MARCELLI - G. PANNOCCHIA

Terremoto della cresta mediana atlantica del 24 aprile 1947

ROMA 1948

Estratto da *Annali di Geofisica*
Vol. I, n. 4, 1948, pag. 570

STAMPATO DALL'ISTITUTO GRAFICO TIBERINO (ROMA, VIA GAETA 14)

E' noto che Wegener, rilevando l'analogia delle forme che presentano le coste americane e africane dell'Oceano Atlantico, fu indotto a formulare la teoria sulla traslazione dei continenti. Questa teoria sollevò molti contrasti di opinioni, che andarono dalla sua validità, sostenuta da alcuni, alla sua inconsistenza, sostenuta da altri.

Recentemente, alcuni fatti di natura geologica-sismica, hanno portato ad emettere l'ipotesi che se la traslazione dei continenti risponde a realtà, per quanto si riferisce ai continenti americano ed africano, il parallelismo invocato da Wegener e qualche altro fra i contorni delle coste africane e americane deve in effetti essere riferito fra la costa americana e la cresta mediana dell'Atlantico, le cui forme generali presentano spiccate analogie. Così che, se la deriva è realmente avvenuta, riguarda solamente la distanza cresta mediana atlantica-costa americana.

Questa nuova ipotesi si basa sostanzialmente sul fatto che, sulla scorta delle recenti misure batimetriche, l'Atlantico meridionale presenterebbe all'Est della cresta mediana, una successione di bacini e di creste orientate in direzione SW-NE, sul prolungamento delle unità morfologiche del continente africano. Questa disposizione mancherebbe all'Ovest della cresta mediana atlantica.

Altre considerazioni di carattere geologico sarebbero a sostegno della nuova ipotesi, la quale troverebbe appoggio anche da ricerche sismologiche.

Infatti, il terremoto avvenuto sulla cresta mediana dell'Atlantico (a $7^{\circ},0$ N. $38^{\circ},8$ W) il 14 settembre 1945 avrebbe generato onde di Love di 23^{s} che, sul tratto epicentro-Osservatorio di Fordham (presso New York) hanno mostrato la velocità di 4,4 km/sec, dell'ordine di quella che onde dello stesso periodo presentano per tragitti sotto l'Oceano Pacifico.

Il fondo del Pacifico consiste essenzialmente di quelle stratificazioni che i geologi definiscono con il simbolo *Sima* e che consentono, a parità di altre condizioni, velocità maggori di quelle che si osservano per le onde sismiche che attraversano lo zoccolo dei continenti (il così detto *Sial*).

La parte occidentale dell'Atlantico, quindi, poggerebbe su stratificazioni con caratteristiche analoghe a quelle che formano il fondo del Pacifico, mentre la parte orientale avrebbe proprietà essenzialmente sialiche.

Poiché questo solo dato sismico non ci è parso sufficiente per concludere nel senso voluto dai sostenitori di questa nuova ipotesi abbiamo ritenuto opportuno sottoporre ad una ricerca accurata qualche terremoto avvenuto appunto nella cresta mediana atlantica. Ci parve favorevole, per questo scopo, il forte terremoto verificatosi in detta zona il 24 aprile 1947 (ore 19^h 35^m G.C.T.).

A questo scopo abbiamo raccolto un cospicuo numero di sismogrammi relativi a detto terremoto, messici gentilmente a disposizione da quasi tutti gli Osservatori a cui ci siamo rivolti.

Notiamo subito che svolgeremo il lavoro *in coordinate geocentriche*.

Determiniamo un primo valore approssimato delle coordinate epicentrali con il metodo della proiezione stereografica usando i dati ricavati dalla registrazione delle stazioni sismiche di Roma, Kew Observatory, Scoresby Sund, Chicago, San Juan: esso è

$$\begin{cases} \lambda_0 = 39^0\ 10' \quad W \\ \varphi_0 = \ 8^0\ \ 1'\ 7'' \ N \end{cases} \qquad [1]$$

Passando poi alle coordinate geocentriche dell'epicentro con la nota formula di trasformazione

$$tg\ \varphi'_0 = (1 - e)^2\ tg\ \varphi_0 = 0{,}993277\ tg\ \varphi_0 \qquad [2]$$

(dove e rappresenta lo schiacciamento della terra che, secondo Hayford, vale 1/297) (¹) otteniamo

$$\begin{cases} \lambda'_0 = \lambda_0 = 39^0\ 10' \quad W \\ \varphi'_0 = \ 7^0\ 57'\ 55'' \ N. \end{cases} \qquad [3]$$

Questo valore va corretto con una indagine più accurata; facendo uso di un maggior numero di dati ricavati da stazioni opportunamente disposte rispetto all'epicentro.

Allo scopo di determinare le correzioni $\delta\lambda_0$ e $\delta\varphi_0$ delle coordinate epicentrali, correzioni che si suppongono sufficientemente piccole, si è condotti a risolvere, per ogni stazione, equazioni di condizione della forma:

$$\delta\Delta_n = (\Delta_n{}^* - \Delta_n) = \frac{\partial \Delta_n}{\partial \varphi'_0}\,\delta\varphi'_0 + \frac{\partial \Delta_n}{\partial \lambda_0}\,\delta\lambda_0 \qquad [4]$$

La [4] è limitata ai termini di 1° ordine, per la ipotesi fatta circa l'entità delle correzioni; in essa Δ_n (funzione di λ e φ') rappresenta la distanza di ciascuna delle stazioni scelte dall'epicentro provvisorio [3], calcolata facendo uso di coordinate geocentriche; Δ^*_n la corrispondente distanza calcolata facendo uso delle dromocrone nel modo che verrà particolarmente esposto tra breve.

La [4] tenendo presente che $cos\ \Delta$ è dato da

$$\cos\Delta = \sin\varphi'_0 \sin\varphi' + \cos\varphi'_0 \cos\varphi' \cos(\lambda - \lambda_0) \qquad [5]$$

si può scrivere

$$\delta\Delta = \frac{\cos\varphi' \sin\varphi'_0 \cos(\lambda-\lambda_0) - \sin\varphi' \cos\varphi'_0}{\sin\Delta}\,\delta\varphi'_0 - \frac{\cos\varphi'_0 \cos\varphi' \sin(\lambda-\lambda_0)}{\sin\Delta}\,\delta\lambda_0 \qquad [6]$$

Il sistema costituito dall'insieme di queste equazioni di condizione scritte per ciascuna stazione, va risolto col metodo dei minimi quadrati.

Scelte le 14 stazioni che risultano nella Tabella I calcoliamo i valori di Δ con la formula (1)

$$\cos\Delta = 1 - \frac{1}{2}\left[(a-A)^2 + (b-B)^2 + (c-C^2)\right] \qquad [7]$$

per distanze comprese tra 0° e 60°, e con la formula

$$\cos\Delta = a\,A + b\,B + c\,C \qquad [7']$$

per distanze comprese tra 60° e 120°, nelle quali

$$\begin{cases} a = \cos\varphi' \cos\lambda \\ b = \cos\varphi' \sin\lambda \\ c = \sin\varphi' \end{cases} \qquad [8]$$

sono i coseni direttori del raggio terrestre passante per la stazione di coordinate geocentriche λ, φ' e A, B, C, sono gli analoghi valori per l'epicentro. Dall'esame delle registrazioni di Harward, Neuchâtel, Zurigo e Stoccarda, assegnamo provvisoriamente all'ipocentro una profondità media di 47 km, profondità non confermata dalle altre

TABELLA I

Stazioni [1]	Δ_n in gradi [2]	Δ_n in km	pP-P in secondi [3]	h profondità in km [4]	Ora di registrazione delle P [5]	Tempi di tragitto delle P per h=47 km [6]	Tempo origine t_0 [7]	Tempi di tragitto delle P (II determinazione) [8]	Δ^*_n in gradi [9]	Δ^*_n in km	$\delta\Delta_n = \Delta^*_n - \Delta_n$ in gradi [10]	$\delta\Delta_n = \Delta^*_n - \Delta_n$ in km
San Juan	28,1533	3128,14	—	—	$19^h\ 41^m\ 11^s,2$	$5^m\ 53^s$	$19^h\ 35^m\ 18^s,2$	$5^m\ 53^s,6$	28,30	3144,44	+0,15	+16,30
Huancayo	41,1167	4568,52	—	—	» 43 01,1	7 41	» 35 20,1	7 43,5	41,30	4588,89	+0,18	+20,37
Harward	44,6617	4962,41	15,5	70?	» 43 27,5	8 10	» » 17,5	8 09,9	44,65	4961,11	—0,01	—01,30
Kew Obs.	53,8056	5978,40	—	—	» 44 31,4	9 18	» » 13,4	9 13,8	53,30	5922,22	—0,50	—56,18
Chicago	54,3786	6042,07	—	—	» 44 42,65	9 23	» » 19,65	9 25,0	54,40	6044,44	+0,02	+02,37
Neuchâtel	55,1878	6131,98	8,0	38	» 44 42,0	9 27	» » 15,0	9 24,4	54,80	6088,89	—0,39	—43,09
Strasburgo	56,4486	6272,07	—	—	» 44 51,7	9 37	» » 14,7	9 34,1	56,15	6238,89	—0,30	—33,18
Zurigo	56,3353	6259,48	7,7	36	» 44 51,1	9 35	» » 16,1	9 33,5	56,00	6222,22	—0,33	—37,26
De Bilt	56,9131	6323,68	—	—	» 45 00,0	9 39	» » 21,0	9 42,4	57,40	6377,78	+0,49	+54,10
Roma	56,5897	6287,74	—	—	» 44 52,3	9 37	» » 15,3	9 34,7	56,25	6350,00	—0,34	—37,74
Stoccarda	57,3681	6374,23	9,0	45	» 44 57,0	9 42,5	» » 14,5	9 39,4	56,85	6316,67	—0,52	—57,56
Scoresby S.	63,3592	7039,91	—	—	» 45 40,0	10 22,4	» » 17,6	10 22,4	63,36	7039,91	0,00	0,00
Saskatoon	69,9347	7770,52	—	—	» 46 25,0	11 03,8	» » 21,2	11 07,4	70,40	7822,22	+0,47	+51,70
Tucson	70,2717	7807,97	—	—	» 46 29,1	11 06,4	» » 22,7	11 11,5	71,00	7888,89	+0,73	+80,92
				$\bar{h}=$ 47,25			$\bar{t}_0 = 19^h\ 35^m\ 17^s,6$					

registrazioni. Per mezzo della dromocrona corrispondente a tale profondità ([2]) e alle distanze già calcolate, determiniamo i tempi di propagazione delle P, ed otteniamo per il tempo origine medio il valore

$$\overline{t_0} = 19^h\, 35^m\, 17^s{,}6 \quad \text{(tabella I, colonna 7)} \qquad [9]$$

Sottraendo il valore [9] dai tempi di registrazione (tabella I, colonna 5) otteniamo nuovi tempi di tragitto delle P (colonna 8) in base ai quali, servendoci delle dromocrone di cui sopra, determiniamo le distanze Δ^*_n (tabella I, colonna 9).

Risolto, con il metodo dei minimi quadrati, il sistema di 14 equazioni che consegue applicando la [6] a ciascuna delle stazioni prescelte, si ottiene:

$$\begin{cases} \delta\lambda_0 = +0^\circ{,}4050 = +24'\,18'' \\ \delta\varphi'_0 = +0^\circ{,}0203 = +01'\,12'' \end{cases}$$

Apportando queste correzioni all'epicentro [3] otteniamo il valore più probabile

$$\begin{cases} \varphi'_0 = 7^\circ\, 59'\ \ 7''\ \text{N} \\ \lambda_0 = 38^\circ\, 45'\, 42''\ \text{W}. \end{cases} \qquad [10]$$

Allo scopo di determinare una ulteriore approssimazione per l'epicentro (giacché la correzione della longitudine è piuttosto rilevante), e allo scopo di calcolare simultaneamente la profondità ipocentrale h_0 e il tempo origine t_0, estendiamo il campo di indagine ad un maggior numero di stazioni scelte tra quelle i cui tempi di inizio danno maggior affidamento.

Indichiamo con

$$t_0,\ \lambda_0,\ \varphi'_0,\ h_0$$

i valori approssimati delle incognite, e con

$$\delta t_0,\ \delta\lambda_0,\ \delta\varphi'_0,\ \delta h_0$$

le correzioni da apportare, supposte sufficientemente piccole: si avrà:

$$\begin{aligned} 0 &= t_0 + \delta t_0 \quad &;& \quad \Lambda_0 = \lambda_0 + \delta\lambda_0 \\ \Phi'_0 &= \varphi'_0 + \delta\varphi'_0 \quad &;& \quad h = h_0 + \delta h_0 \end{aligned}$$

Il tempo di propagazione t_n delle P, corrispondente ad una stazione generica è una funzione di λ, φ', h, cioè

$$t_n = f(\lambda_0 + \delta\lambda_0\,,\ \varphi'_0 + \delta\varphi'_0, h_0 + \delta h_0)$$

e questa sviluppata in serie limitatamente ai termini del primo ordine, dà il sistema di equazione di condizione

$$t_n = f(\lambda_0, \varphi'_0, h_0) + \frac{\partial f}{\partial \lambda_0}\delta\lambda_0 + \frac{\partial f}{\partial \varphi'_0}\delta\varphi'_0 + \frac{\partial f}{\partial h_0}\delta h_0 \qquad [11]$$

Nella [11] $f(\lambda_0, \varphi'_0, h_0)$ è il tempo di propagazione delle P corrispondente alla distanza epicentrale Δ_n della stazione in considerazione, determinata nuovamente in corrispondenza delle [10]; tempo di propagazione calcolato per $h=33$ km; $\frac{\partial f}{\partial h_0}$ rappresenta la variazione che subisce il tempo di tragitto delle P, quando, tenuta costante la distanza Δ_n, si fa variare la profondità di una quantità δh_0 pari all'unità della dromocrona prescelta.

Per $\frac{\partial f}{\partial \lambda_0}$ e $\frac{\partial f}{\partial \varphi'_0}$ valgono le seguenti relazioni

$$\frac{\partial f}{\partial \lambda_0} = \frac{\partial f}{\partial \Delta_n}\frac{\partial \Delta_n}{\partial \lambda_0} \quad ; \quad \frac{\partial f}{\partial \varphi'_0} = \frac{\partial f}{\partial \Delta_n}\frac{\partial \Delta_n}{\partial \varphi'_0} \qquad [12]$$

dove $\frac{\partial f}{\partial \Delta_n}$ rappresenta l'incremento che subisce il tempo di propagazione quando, tenuta costante la profondità, si fa variare la distanza epicentrale di un grado, e $\frac{\partial \Delta_n}{\partial \lambda_0}$ e $\frac{\partial \Delta_n}{\partial \varphi'_0}$ hanno le seguenti espressioni:

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial \Delta_n}{\partial \lambda_0} &= -\cos\varphi'_0 \sin\alpha \\ \frac{\partial \Delta_n}{\partial \varphi'_0} &= -\cos\alpha \end{aligned}\right. \qquad [13]$$

α essendo l'azimut dell'epicentro rispetto a ciascuna stazione.

Siano T_n i tempi di arrivo delle P registrati dalle varie stazioni; questi, a parte gli errori di osservazione e di registrazione, debbono eguagliare la somma dell'ora origine del terremoto e del corrispondente tempo di tragitto.

$$T_n = (t_0 + \delta t_0) + f(\lambda_0 + \delta\lambda_0 \ , \ \varphi'_0 + \delta\varphi'_0 \ , \ h_0 + \delta h_0), \qquad [14]$$

sicché in definitiva la [11] tenuto conto delle [12], [13], [14] si può scrivere (3):

$$\delta t_0 - \cos\varphi_0 \sin\alpha \frac{\partial f}{\partial \Delta_n}\delta\lambda_0 - \cos\alpha \frac{\partial f}{\partial \Delta_n}\delta\varphi'_0 + \frac{\partial f}{\partial h_0}\delta h_0 = T_n - \left[t_0 + f(\lambda_0\ \varphi'_0, h_0)\right] \qquad [11']$$

Tabella II

Stazioni	Δ_n [1]	T_n [2]	$[f(\lambda_0, \varphi'_0, h_0)]_n$ [3]	$(t_0)_n$ [4]	$[\overline{t_0} + f(\lambda_0, \varphi'_0 h_0)]$ [5]	$T_n - [\overline{t_0} + f(\lambda_0, \varphi'_0 h_0)]_n$ [6]	$\frac{\partial f}{\partial \Delta_n}$ (in sec.) [7]	$\frac{\partial f}{\partial \Delta_n} \cos\varphi'_0 \sin\alpha$ [8]	$-\frac{\partial f}{\partial \Delta_n} \cos\alpha$ [9]	$\left(\frac{\partial f}{\partial h}\right)_n$ (in sec.) [10]
San Juan	28°,5047	19h 41m 11s,2	5m 54s,75	19h 35m 16s,45	19h 41m 08s,65	+2s,55	8,90	+8,059386	—3,603040	—6,10
Huancayo	41°,4792	» 43 01,1	7 45,95	» » 15,15	» 42 59,85	+1,25	8,20	+7,146841	+3,893778	—6,60
Harward	44°,8408	» 43 27,5	8 12,89	» » 14,61	» 43 26,79	+0,71	8,00	+4,500504	—6,583632	—6,60
Columbia	46°,6755	» 43 44,2	8 27,55	» » 16,65	» 43 41,45	+2,75	7,87	+5,986984	—5,039122	—6,63
Kew Obs.	53°,5937	» 44 31,4	9 20,13	» » 11,27	» 44 34,03	—2,63	7,35	—3,517548	—6,434550	—6,76
Chicago	54°,5733	» 44 42,6	9 27,48	» » 15,12	» 44 41,38	+1,22	7,25	+4,960566	—5,241351	—6,80
Neuchâtel	54°,9307	» 44 42,0	9 30,01	» » 11,99	» 44 43,91	—1,91	7,20	—4,269154	—5,767671	—6,80
Strasburgo	56°,1987	» 44 51,7	9 39,11	» » 12,59	» 44 53,01	—1,31	7,16	—4,110792	—5,833087	—6,82
Basilea	55°,5730	» 44 46,4	9 34,65	» » 11,75	» 44 48,55	—2,15	7,20	—4,236854	—5,791644	—6,80
Zurigo	56°,0778	» 44 51,1	9 38,28	» » 12,82	» 44 52,18	—1,08	7,18	—4,283811	—5,730645	—6,81
Roma	56°,2939	» 44 52,3	9 39,92	» » 12,38	» 44 53,82	—1,52	7,14	—4,950112	—5,098845	—6,83
Stoccarda	57°,1165	» 44 57,0	9 45,70	» » 11,30	» 44 59,62	—2,62	7,00	—4,055702	—5,677154	—6,90
Copenhagen	62°,2369	» 45 35,5	10 20,79	» » 14,71	» 45 34,69	+0,81	6,66	—3,290639	—5,771856	—7,00
Sofia	64°,1833	» 45 47,0	10 33,79	» » 13,21	» 45 47,69	—0,69	6,48	—4,644449	—4,471893	—7,00
Scoresby	63°,2948	» 45 40,0	10 27,57	» » 12,43	» 45 41,47	—1,47	6,50	—0,700459	—6,461026	—7,00
Rapid City	66°,1514	» 46 02,0	10 46,45	» » 15,55	» 46 00,35	+1,65	6,30	+4,435553	—4,430941	—7,00
Istanbul	68°,0593	» 46 09,2	10 58,52	» » 10,68	» 46 12,42	—3,22	6,20	—4,635790	—4,065259	—7,10
Saskatoon	70°,1628	» 46 25,0	11 11,24	» » 13,76	» 46 25,14	—0,14	6,07	+3,648865	—4,823629	—7,11
Tucson	70°,6050	» 46 29,1	11 14,29	» » 14,81	» 46 28,19	+0,91	6,00	+5,078928	—3,114444	—7,16
Salt Lake	71°,9912	» 46 39,2	11 22,40	» » 16,80	» 46 36,30	+2,90	6,00	+4,540662	—3,869958	—7,10
Pasadena	76°,7904	» 47 04,0	11 50,43	» » 13,57	» 47 04,33	—0,33	5,54	+4,594399	—3,028225	—7,38
Sitka	86°,8814	» 48 00,6	12 42,45	» » 18,15	» 47 56,35	+4,25	4,80	+2,584109	—4,028866	—7,50
				$\overline{t_0}$= =19h 35m 13s,90		termini noti		coefficienti di $\delta\lambda_0$	coefficienti di $\delta\varphi'_0$	coefficienti di δh_0

Nella Tabella II riportiamo i valori necessari relativi al sistema di equazione [11'] corrispondenti a 22 stazioni.

I valori delle distanze Δ_n relative al nuovo epicentro, si son calcolate con le formule [7] [7'] già usate precedentemente; quanto alle derivate

$$\frac{\partial f}{\partial \Delta_n} \quad \text{e} \quad \frac{\partial f}{\partial h_0}$$

si sono calcolate con le tabelle di Jeffreys ([4]): data l'incertezza nella determinazione della profondità calcolata dalle registrazioni, abbiamo ritenuto lecito scegliere per h_0 il valore di 33 km, scelta che ci ha permesso di semplificare i calcoli.

L'unità della dromocrona prescelta. risulta essere, dalle citate tabelle, di km 63,38.

Quanto ai tempi di tragitto $f(\lambda_0, \varphi'_0\ h_0)$ (colonna 3) notiamo che essi, calcolati con le tabelle sopra citate, hanno dato valori poco soddisfacenti, talché si è ritenuto opportuno correggerli per il fatto di avere usato coordinate geocentriche anziché geografiche.

Per la formula di correzione rimandiamo al già citato lavoro di Jeffreys ([1]). Osserviamo però che tali correzioni sono risultate pressoché trascurabili tanto da ritenerle superflue in una successiva applicazione del metodo.

La colonna 4 della Tabella II, dà per il tempo origine il valore approssimato

$$\overline{t_0} = 19^h\,35^m\,13^s{,}90.$$

La soluzione, condotta col metodo dei minimi quadrati ([5]), del sistema di equazioni che consegue, con i dati della Tabella II, applicando la [11'] alle 22 stazioni prescelte, dà i seguenti risultati.

$$\begin{aligned}
\delta t_0 &= -7^s{,}1 \\
\delta\lambda_0 &= 0^0{,}3635 = 0^0\ 21'\ 48''{,}5 \\
\delta\varphi'_0 &= -0^0{,}0774 = -0^0\ 04'\ 38''{,}7 \\
\delta h_0 &= -0{,}934.
\end{aligned}$$

Il δh_0 essendo dell'ordine di 9/10 dell'unità di dromocrona prescelta, risulta avere un valore ~ -57 km. Tale correzione ci autorizza a ritenere come pressoché nulla la profondità ipocentrale ([6]). Occorre quindi ripetere l'operazione di approssimazione per i valori delle incognite partendo dai seguenti nuovi dati:

$$\left\{\begin{aligned}
h_0 &= 0 \\
\varphi'_0 &= 7^0\ 54'\ 28''{,}3\ \text{N} \\
\lambda_0 &= 38^0\ 23'\ 53''{,}5\ \text{W}.
\end{aligned}\right. \qquad [14]$$

TABELLA III

Stazioni	Δ_n in gradi	T_n	$[f(\lambda_0,\varphi'_0)]_n$	$(t)_n$	$[\overline{t}_0+f(\lambda_0\varphi'_0)]_n$	$T_n - [\overline{t}_0+f(\lambda_0\varphi'_0)]_n$ in sec.	$\dfrac{\partial f}{\partial \Delta_n}$ in sec	$-\dfrac{\partial f}{\partial \Delta_n}\cos\varphi'_0\sin\alpha$	$-\dfrac{\partial f}{\partial \Delta_n}\cos\alpha$
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
San Juan	28,8655	19^h 41^m 11^s,2	6^m 02^s,29	19^h 35^m 08^s,91	19^h 41^m 10^s,50	+0,70	9,00	+8,156808	—3,630600
Huancayo	41,7595	» 43 01,1	7 52,53	» » 08,57	» 43 00,74	+0,36	8,20	+7,169531	+3,853612
Harward	45,1095	» 43 27,5	8 19,77	» » 07,73	» 43 27,98	—0,48	7,90	+4,467734	—6,485504
Columbia	47,0218	» 43 44,2	8 34,87	» » 09,33	» 43 43,08	+1,12	7,90	+6,020460	—5,046649
Kew Obs.	53,4877	» 44 31,4	9 24,26	» » 07,14	» 44 32,47	—1,07	7,35	—3,494777	—6,447457
Chicago	54,8781	» 44 42,6	9 34,50	» » 08,10	» 44 42,71	—0,11	7,22	+4,949569	—5,211311
Neuchâtel	54,7780	» 44 42,0	9 33,76	» » 08,24	» 44 41,97	+0,03	7,24	—4,275073	—5,813728
Strasburgo	56,0535	» 44 51,7	9 42,98	» » 08,72	» 44 51,19	+0,51	7,20	—4,116592	—5,878525
Basilea	55,4221	» 44 46,4	9 38,44	» » 07,96	» 44 46,65	—0,25	7,20	—4,218549	—5,803714
Zurigo	55,9231	» 44 51,1	9 42,05	» » 09,05	» 44 50,26	+0,84	7,20	—4,279142	—5,759872
Roma	56,0978	» 44 52,3	9 43,30	» » 09,00	» 44 51,51	+0,79	7,20	—4,978495	—5,155566
Stoccarda	56,9693	» 44 57,0	9 49,58	» » 07,42	» 44 57,79	—0,79	7,00	—4,023471	—5,689159
Sofia	63,9745	» 45 47,0	10 37,33	» » 09,67	» 45 45,54	+1,46	6,50	—4,652112	—4,493780
Scoresby	63,3163	» 45 40,0	10 32,99	» » 07,01	» 45 41,20	—1,20	6,57	—0,693011	—6,532252
Rapid City	66,4620	» 46 02,0	10 53,36	» » 08,64	» 46 01,57	+0,43	6,35	+4,474438	—4,463219
Istanbul	67,8383	» 46 09,2	11 02,08	» » 07,12	» 46 10,29	—1,09	6,22	—4,646730	—4,084029
Saskatoon	70,4429	» 46 25,0	11 18,10	» » 06,90	» 46 26,31	—1,31	6,06	+3,646483	—4,813401
Tucson	70,9531	» 46 29,1	11 21,21	» » 07,89	» 46 29,42	—0,32	6,01	+5,087846	—3,120361
Salt Lake	72,3163	» 46 39,2	11 29,37	» » 09,83	» 46 37,58	+1,62	5,86	+4,435878	—3,779232
Pasadena	77,1424	» 47 04,0	11 57,08	» » 06,92	» 47 05,29	—1,29	5,50	+4,561048	—3,007938
				$\overline{t}_0 =$ 19^h 35^m 08^s,2075		termini noti		coefficienti di $\delta\lambda_0$	coefficienti di φ

Notiamo che in questa ultima determinazione abbiamo ritenuto opportuno ridurre ulteriormente il numero delle stazioni eliminando Copenhagen e Sitka che presentavano, per il tempo origine, valori sensibilmente diversi da quelli delle altre stazioni.

Nella Tabella III manca ovviamente l'ultima colonna, per l'ipotesi fatta di $h_0=0$.

La quarta colonna della Tabella III dà, per il tempo origine, il valore approssimato

$$\overline{t}_0 = 19^h\ 35^m\ 08^s,2.$$

Applicando ancora la [11'], mancante naturalmente del termine in δh_{02} alle stazioni riportate nella Tabella III, e risolvendo il sistema che se ne consegue con il metodo dei minimi quadrati ([5]), abbiamo ottenuto

$$\begin{cases} \delta t_0 = +0^s,30081 \pm 0^s,519 \\ \delta\lambda_0 = -0^\circ,000916 \pm 0^\circ,0526 \\ \delta\varphi'_0 = +0^\circ,066258 \pm 0^\circ,1147 \end{cases}$$

A verifica dei risultati ottenuti, ci siamo calcolati anche lo schema [ll. 3]: esso dovrebbe risultare uguale alla somma dei quadrati degli errori [vv]. Viene infatti

$$[ll.\ 3] = 16,1797.$$
$$[vv] = 16,1819$$

Pertanto i valori definitivi delle incognite sono:

$$\begin{cases} \Phi'_0 = 7^0\ 58'\ 26'',8 \pm 6'\ 53'',06\ \mathrm{N} \\ \Lambda_0 = 38^0\ 23'\ 56'',8 \pm 3'\ 09'',54\ \mathrm{W} \\ h = 0 \\ 0 = 19^h\ 35^m\ 08^s,51 \pm 0^s,519 \end{cases}$$

Di questi valori ci serviremo nella ulteriore ricerca che intendiamo svolgere, e di cui abbiamo indicato i termini al principio del presente lavoro.

Le *coordinate geografiche* dell'epicentro sono (a meno delle correzioni):

$$\begin{cases} \Phi_0 = 08^0\ 01'\ 39'' \quad \mathrm{N} \\ \Lambda_0 = 38^0\ 23'\ 56'',8 \quad \mathrm{W} \end{cases}$$

come si ottiene immediatamente applicando la [2].

Roma — Istituto Nazionale di Geofisica — Maggio 1948.