SULLA VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SUPERFICIALI IN CORRISPONDENZA DELL'ATLANTICO

P. CALOI - L. MARCELLI - G. PANNOCCHIA

Com'è noto 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 opinione, che andarono dalla sua validità, sostenuta da alcuni, alla sua inconsistenza, sostenuta da altri.

Recentemente, alcuni fatti di natura geologica-sismica, hanno portato ad ammettere 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 da qualche altro, fra i contorni delle coste africana e americana deve in effetti essere riferito tra 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° O N, 38° , 8 W) il 14 settembre 1945 avrebbe generato onde di Love di 23° 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 tipo e 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 maggiori 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,

Fig. 1

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.).

Calcolate le coordinate ipocentrali con un nuovo metodo, si è ottenuto ⁽¹⁾:

$$\begin{aligned} \varphi &= 7^{\circ} 58',45 \pm 6',9 \text{ N} && (\text{geocentrica}) \\ \varphi &= 08^{\circ} 01', 65 && (\text{geografica}) \\ \lambda &= 38^{\circ} 23',95 \pm 3',2 \text{ W} && \text{ipocentro prossimo alla superficie} \\ &&& H = 19^h 35^m 08^s, 5 \pm 0^s, 5. \end{aligned}$$

Si è fatto poi lo spoglio delle onde superficiali. Dall'esame dei grafici si possono trarre le seguenti deduzioni.

Con riferimento all'epicentro, nel quadrante NW dell'Atlantico le stazioni costiere o insulari (S. Juan, Columbia, Pittsburgh, Har-

- S. JUAN - $\Delta = 3204$ Km.

$\Delta t = -0^s,2$

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

vard, Halifax, Bermuda, Scoresby Sund) registrano onde tipo L_{q1} , propagantisi con velocità (*) elevatissime, quali non si osservano neppure in corrispondenza di tragitti interessanti il fondo del Pacifico.

Particolarmente elevata la velocità rilevata per Scoresby Sund e per Bermuda (in quest'ultima stazione con valori dell'ordine di 4.7 km/sec).

Fig. 5

(*) Naturalmente data la complessità della propagazione in mezzi dispersivi, trattasi di medie velocità (di fase), che hanno valore approssimativo.

Le stazioni degli Stati Uniti e del Canada, distribuite nell'interno del continente, registrano onde superficiali tangenziali con velocità che risentono progressivamente del rallentamento provocato dallo zoccolo continentale sialico. I periodi tendono ad aumentare con la distanza per normale dispersione. È interessante osservare che la velocità di propagazione per i tragitti continentali tende a ⁽²⁾ crescere linearmente con il periodo, come è stato altra volta rilevato.

Nel quadrante SW, interessante l'America meridionale, il nume-

$$\begin{aligned} - \text{LISBONA} - \Delta &= 4480 \text{ Km} \\ \Delta t &= 10^2 \end{aligned}$$

Fig. 6

ro delle stazioni sismiche è alquanto ridotto. Siamo riusciti ad avere i sismogrammi delle sole stazioni di Huancayo, La Paz e La Plata. I sismogrammi di La Paz risultano eccessivamente aggrovigliati ai fini di una chiara distinzione delle varie onde superficiali. Ottime invece, a questo scopo, le registrazioni di Huancayo, che ha dato netti esempi di onde superficiali, particolarmente tipo L_{H_1} . È notevole che, per le stazioni di questo quadrante, le velocità di propagazione risultano sensibilmente ridotte rispetto a quelle dell'altro quadrante: lo zoccolo continentale influenza nettamente il tragitto delle onde superficiali.

Nello stesso quadrante rientrano le stazioni della Nuova Zelanda e Riverview. In corrispondenza di queste, il tragitto interessa quasi esclusivamente il fondo del Pacifico: le velocità pertanto risultano sensibilmente elevate.

Del quadrante di SE, purtroppo, non siamo riusciti ad ottenere che le registrazioni della sola Tananarive, nel Madagascar. Dette registrazioni sono riuscite comunque di grande interesse, perché, non ostante le onde superficiali dovessero attraversare tutto il continente africano per giungere alla stazione d'osservazione, la loro velocità è risultata molto alta, il che prova che il tragitto atlantico è stato percorso assai velocemente.

Il quadrante di NE, che contiene il maggior numero di stazioni di osservazione, è risultato il più complesso, dal punto di vista della

Fig. 7

velocità di propagazione delle onde superficiali. Prescindendo dalle osservazioni ottenute nelle stazioni europee più interne, che risentono decisamente dello zoccolo continentale, il comportamento delle stazioni sismiche ai margini occidentali del continente è diverso da luogo a luogo, anche se dovunque le velocità risultino piuttosto elevate. Così a Kew, Jersey, Tortosa e Barcellona si hanno onde L_q con velocità dell'ordine di 3.9 km/sec relative a periodi dell'ordine di 20-25 sec.

Nelle predette stazioni vengono pure registrate onde di tipo superficiale di velocità elevatissima, onde che non possono però essere classificate fra le L_q .

A Lisbona (fig. 6) la velocità delle L_q è molto elevata, dell'ordine di quelle osservate per S. Juan, Harvard, Halifax e Scoresby Sund, e ciò è del massimo interesse ai fini del presente lavoro.

Considerazioni pressoché analoghe valgono per le L_n : solo va osservato, nei riguardi di queste onde, che da un certo periodo in

Fig. 8

poi per tragitti in prevalenza continentali, la velocità di propagazione sembra indipendente dal periodo, nel senso che non cresce al crescere di questo, come si verifica invece per le L_q .

Le conclusioni che si possono dedurre nei confronti dell'ipotesi di I. P. Rothé (*) sono le seguenti:

1) Il fondo dell'Atlantico Nord Occidentale, limitato ad oriente dalla dorsale subacquea settentrionale, è di natura tale da consentire le massime velocità di propagazione per le onde sismiche superficiali, velocità che risultano sensibilmente superiori a quelle relative a tragitti interessanti il Pacifico.

2) Nel quadrante sud orientale le osservazioni sismiche sono limitate a quelle della stazione di Tananarive. La relativamente ele-

Fig. 9

vata velocità di propagazione osservata per le onde superficiali registrate in detta stazione, lasciano però ritenere che il tragitto atlantico di dette onde ha interessato zone ad elevatissima velocità per le onde superficiali.

3) Per il quadrante NE, limitato ad occidente dalla dorsale subacquea nord-Atlantica, le onde sismiche superficiali, pure essendo a velocità relativamente elevata, risentono evidentemente, per quanto concerne le stazioni inglesi e spagnole, dello zoccolo continentale: comunque, le loro velocità, paragonate a quelle osservate nel quadrante di NW, risultano alquanto inferiori. Non così invece per le onde superficiali registrate a Lisbona, che hanno fornito velo-

Fig. 10

cità elevatissime, paragonabili a quelle riscontrate a Scoresby Sund, Halifax, ecc.

Dunque, anche ad oriente della dorsale media Atlantica, il mezzo superficiale può consentire velocità elevatissime per le onde sismiche.

4) A questo riguardo, se noi osserviamo una carta batimetrica dell'Atlantico (fig. 10), notiamo che anche ad Oriente della dorsale Atlantica esistono fosse estese e profonde, quali la fossa fra il Portogallo e le Azzorre (5000-6000 metri), la fossa di Monaco con

Fig. 11

profondità fino a 5900 metri circa, la fossa di Moseley che supera in più punti i 6000 metri, ecc.

E molto probabile che in corrispondenza di dette fosse manchi del tutto, o sia ridotto al minimo, lo strato del « granito »: e ciò spiegherebbe l'elevata velocità osservata anche ad oriente per le onde superficiali che, nella propagazione, hanno interessato le zone in parola.

Va infine osservato (vedi fig. 11) che la fascia sismica euro-asiatica, dalla parte dell'Atlantico finisce col continente: non attraversa cioè il tratto Gibilterra-Azzorre, in cui la densità dei centri sismici è lieve, come per il tratto Cresta mediana-Antille (*).

A nostro modesto avviso pertanto, si deve escludere che la dorsale mediana Atlantica abbia a separare due regioni a costituzione geologica nettamente diversa: le osservazioni fatte proverebbero semmai il contrario.

Roma — Istituto Nazionale di Geofisica — Giugno 1949.

RIASSUNTO

In base alla velocità di propagazione delle onde superficiali di Love e di Rayleigh, destinate dal terremoto avvenuto sulla dorsale mediana atlantica il 24 aprile 1947 e studiate, con un nuovo metodo, in un lavoro precedente, si può concludere che il bacino dell'Atlantico, in contrasto con una recente ipotesi che sosteneva il contrario, presenta, dal punto di vista geologico, un carattere unitario. Le velocità riscontrate per le onde superficiali sono elevatissime, solo paragonabili con quelle osservate per il bacino del Pacifico.

BIBLIOGRAFIA

- (1) MARCELLI L. - PANNOCCHIA G., *Terremoto della Cresta mediana Atlantica del 24 aprile 1947*, Ann. Geof. I, 4, 1948.
- (2) CALOI P., *Analisi periodale delle onde sismiche e problemi ad essa connessi*, La Ricerca Scientif. Anno X, n. 4, 1939.
- (3) ROTHÉ J. P., *Hypothèse sur la formation de l'Océan Atlantique*, C.R. Ac. Sc., 224 (1947).
- (4) ETHEL F. BELLAMY, *Epicentres of Earthquakes, 1913-1932*, Nature, 143, 1939.

ONDE TIPO I₀

Stazioni	Distanza effettiva li- geometriche km	Periodo in sec.	Velocità km/sec.	Periodo in sec.	Velocità km/sec.	Periodo in sec.	Velocità km/sec.
— I QUADRANTE — NE —							
Lisbona . . .	4181	18	4,3	36	4,5		
Tortosa . . .	5282	25	4,0				
Barcellona . . .	5132	21	3,8				
Jersey . . .	5675	18	3,8	22	3,9		
Neuchâtel . . .	6081	35	3,9				
Zurigo . . .	6208	30	4,0				
Strasburgo . . .	6222	31	4,0				
De Bilt . . .	6280	32	4,0				
Stoccarda . . .	6324	42	4,1				
Copenhagen . .	6896	28	4,0				
Scoresby Sund .	7030	16	4,1	18	4,1		
Helsinki . . .	7777	29	3,9				
— II QUADRANTE — SE —							
Tananarive . . .	9863	26	4,0				
— III QUADRANTE — SW —							
Huancayo . . .	4613	21	3,3				
La Plata . . .	5169	26	3,8				
Riverview . . .	16983	34	4,1				
— IV QUADRANTE — NW —							
San Juan . . .	3201	21	4,3				
Bermuda . . .	3821	11	4,8?				
Halifax . . .	4726	20	4,5				
Harvard . . .	5006	22	4,3				
Columbia . . .	5218	18	4,1	26	4,1		
Ottawa . . .	5167	23	4,3				
Salt Lake . . .	8030	28	4,0	15	4,2		
Pasadena . . .	8663	40	4,2	58	4,5		
Ukiah . . .	8998	18	4,3				
Sitka . . .	9676	20	3,9	28	4,1	52	4,4
Victoria . . .	9716	30	4,0				

ONDE TIPO L_R

Stazioni	Distanze epicentrali geocentriche km	Periodo in sec.	Velocità km sec.	Periodo in sec.	Velocità km sec.	Periodo in sec.	Velocità km sec.	Periodo in sec.	Velocità km sec.	Periodo in sec.	Velocità km sec.
— I QUADRANTE — NE —											
Averroës	4254	28	4,6								
Lisbona	4181	16	3,2	23	4,0						
Tortosa	5282	20	3,6								
Barcellona	5432	17	4,1								
Clermont Ferrand	5746	26	3,8	36	4,0						
Kew Observatory	5937	19	4,2	20	3,8	28	4,0				
Nenchâtel	6081	13	3,4	19	3,4						
Zurigo	6208	18	3,5								
Strasburgo	6222	14	3,5	23	3,7	31	4,0				
Roma	6279	11	3,0	17	3,2	20	3,3	40	4,0		
De Bilt	6280	19	3,4	20	3,8	23	3,8				
Stoccarda	6321	18	3,5	31	4,0						
Copenhagen	6896	18	3,3	22	3,7	26	3,8				
Scoresby Sund	7039	16	3,9	18	4,2						
Sofia	7103	16	3,4	22	3,5	40	3,9				
Istanbul	7533	15	3,4	17	3,3	31	3,8				
Helsinki	7777	20	3,6								
Bombay	11901	24	3,4	26	3,6	50	4,0				
New Delhi	12009	20	3,4	50	3,9						
— II QUADRANTE — SE —											
Tananarive	9863	1	3,5								
— III QUADRANTE — SW —											
Huancayo	4613	12	2,7	14	2,9	20	3,2	26	3,5	42	3,9
Christchurch	15095	19	3,5	29	3,7	40	3,9	45	3,9		
Riverwiew	16983	15	3,2	24	3,5	27	3,7				
— IV QUADRANTE — NW —											
San Juan	3204	16	4,1								
Bermuda	3821	30	4,1								
Halifax	4726	27	4,0								
Harvard	5006		4,0								
Columbia	5213	18	4,0	22	3,8						
Pittsburgh	5452	20	3,8	24	3,7	38	4,1				
Ottawa	5467	20	3,7	29	4,0	30	4,2				
Chicago	6092	28	3,9	40	4,0						
Rapid City	7379	24	3,6	40	4,0						
Tucson	7880	23	3,5	60	4,0						
Bozeman	8020	20	3,5	40	3,9						
Salt Lake	8030	21	3,4	30	3,7	42	3,9				
Pasadena	8663	18	3,2	23	3,5	50	4,0				
Ukiah	8998	28	3,5	29	3,6	25	3,7				
Sitka	9576	18	3,4								
Victoria	9716	19	3,7	24	3,8						
College	10997	22	3,9								