
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ANTONIO MARUSSI

**Ancora sulla funzione di dissipazione delle auto
oscillazioni della Terra eccitate dal terremoto del
Cile e registrate a Trieste.**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 42 (1967), n.1, p. 3-7.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1967_8_42_1_3_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali

Seduta del 14 gennaio 1967

Presiede il Presidente BENIAMINO SEGRE

NOTE DI SOCI

Geofisica. — *Ancora sulla funzione di dissipazione delle auto-oscillazioni della Terra eccitate dal terremoto del Cile e registrate a Trieste.* Nota (*) del Corrisp. ANTONIO MARUSSI.

SUMMARY. — In a previous note published by the *Rendiconti* the specific dissipation function Q of the free oscillations of the Earth excited by the Chilean earthquake of 1960 has been determined from the records obtained at the earth's tide station of the Grotta Gigante near Trieste. The analysis was carried out separately for the two cardinal components.

In the present note the function Q is determined taking instead into account the total energy associated with each frequency band as determined from the joint analysis of the two components.

Frequency bands from 10^{-2} to 25×10^{-2} cpm are considered and significant values for Q as a function of frequency are obtained for periods from 4 to 20 minutes.

1. In una precedente Nota ⁽¹⁾ ho esaminato lo spettro della *funzione di dissipazione specifica* nella banda di oltre tre ottave comprese fra 0,033 e 0,5 cpm (e cioè fra periodi da 2 a 20 minuti), relativa alle energie associate alle oscillazioni libere della Terra eccitate dal terremoto del Cile del 22 maggio 1960, quali esse appaiono nelle registrazioni dei grandi pendoli orizzontali della stazione per lo studio delle maree terrestri della Grotta Gigante presso Trieste; ed a quella Nota mi richiamo per quanto ha riguardo alle modalità generali seguite nell'analisi spettrale della registrazione.

(*) Presentata nella seduta del 12 novembre 1966.

(1) A. MARUSSI, *Funzione di dissipazione...*, « Rend. Acc. Naz. Lincei », Cl. Sc. fis. mat. e nat., ser. VIII, vol. XXXVIII, fasc. 3, marzo 1965.

Ricorderò soltanto, poiché ciò ha rilevanza per le considerazioni che seguono, che i pendoli orizzontali scompongono le oscillazioni del suolo nelle due componenti cardinali, e che le rispettive registrazioni furono allora analizzate indipendentemente l'una dall'altra; onde gli spettri ed i parametri di dissipazione allora ottenuti avevano riguardo a queste componenti prese separatamente.

Come si rileva dalla stessa Nota, le curve ottenute allora per il parametro di dissipazione $1/Q$ in funzione della frequenza f , hanno un'apparenza piuttosto irregolare; in particolare vi sono delle bande di frequenza ove la dissipazione mostra valori superiori al livello generale, altre inferiori; e queste bande sono diverse, componente per componente. Queste fluttuazioni (se così si può dire) della funzione di dissipazione sono state attribuite allo « scattering » dovuto alla inomogeneità degli strati superiori del mantello terrestre; ma è emerso da più recenti studi che esse possono almeno in parte essere ricondotte anche ad un altro effetto, che forma in sostanza l'oggetto di questa Nota.

2. I pendoli orizzontali registrano oltre alle oscillazioni torsionali della Terra, che si traducono in spostamenti orizzontali del suolo, anche le sue oscillazioni radiali, in quanto a queste si associano flessioni del suolo che parimenti sollecitano i pendoli, se pure con funzione strumentale di trasferimento diversa.

Poiché è da attendersi che le oscillazioni, a qualunque dei due tipi appartengano, siano polarizzate, ad ogni deformazione nel tempo dell'ellisse di polarizzazione corrisponderà un trasferimento di energia dall'una all'altra delle due componenti; onde la funzione di dissipazione apparente, quale risulta dalle indagini sperimentali fatte finora sulle due componenti separatamente, si comporrà additivamente di una parte irreversibile, che corrisponde ad una effettiva degradazione dell'energia meccanica in altre forme di energia, di una parte dovuta allo scattering, ed infine di una parte dovuta a tale trasferimento di energia dall'una all'altra componente.

È apparso per questo opportuno riesaminare la questione, perfezionando e completando le analisi già fatte, col considerare precisamente le energie che compaiono nelle due componenti non più separatamente, ma bensì globalmente; e determinando in conseguenza una nuova funzione di dissipazione apparente, esente dall'ultimo dei tre ricordati effetti. Ed è appunto questo lo scopo della presente Nota, che si avvale di una serie di recenti ricerche effettuate dalla prof.ssa Maria Bozzi Zadro nell'Istituto di Geodesia e Geofisica dell'Università di Trieste.

Le dette ricerche avevano in effetti lo scopo di determinare lo stato di polarizzazione delle oscillazioni (torsionali o radiali), quali risultano dalle registrazioni dei pendoli, avvalendosi degli spettri delle funzioni di auto e di mutua correlazione di queste, ed hanno condotto alla determinazione statistica dei parametri delle ellissi che tale stato caratterizzano; ciò beninteso separatamente per ognuno dei 5 intervalli di 30 ore ciascuno, in cui le registra-

zioni furono inizialmente suddivise. Fra i parametri così determinati figurano le densità di energia che si associano alle direzioni degli assi di codeste ellissi; onde la somma di queste densità ci fornisce la densità dell'energia globale che compete al vettore dello spostamento, banda per banda di frequenza.

I risultati delle ricerche della prof.ssa Bozzi Zadro saranno pubblicati fra breve; ma fin d'ora si può anticipare che i nuovi spettri dell'energia globale che competono ad ogni singolo modo di oscillazione appaiono, com'era del resto da prevedere, assai più significativi di quelli ottenuti fino ad oggi dagli Autori che si sono occupati di questi studi, che senza eccezione hanno riguardo alle componenti dello spostamento considerate separatamente.

3. Ciò premesso, la funzione di dissipazione specifica

$$(1) \quad I/Q = \frac{1}{2\pi} \frac{\Delta E}{E}$$

ove E è l'energia globale per banda elementare di frequenza, e ΔE quella dissipata per ciclo, si è calcolata con la formula

$$(2) \quad I/Q_{i,j} = \frac{1}{2\pi f(t_j - t_i)} \log \frac{E_i}{E_j}$$

ove $t_j - t_i$ è al solito l'intervallo di tempo che separa le due sezioni della registrazione i cui spettri di energia specifica E_j ed E_i si confrontano, ed il simbolo $Q_{i,j}$ sta a significare che trattasi di un valore medio stimato su tale intervallo. La banda elementare di frequenza è stata presa ancora qui uguale a $1,6 \times 10^{-2}$ cpm (cicli per minuto).

La formula (2) è stata applicata agli spettri delle tre sezioni I, II e III centrate alle ore 16^h 33^m del 23 maggio, 5^h 33^m del 24 maggio e 18^h 13^m del 24 maggio, ottenendo in tal modo i due spettri della funzione di dissipazione indicati con (I-II) e (II-III) nella fig. 1.

4. A differenza di quanto era stato fatto nell'analisi precedente, che era estesa alla banda delle frequenze fra 0,033 e 0,5 cpm, qui l'analisi si estende alla banda compresa fra 0,010 e 0,250 cpm. È da notare però che la banda delle frequenze inferiori ai 0,050 cpm (periodi superiori ai 20 minuti) non può essere presa in considerazione allo scopo della determinazione della dissipazione dell'energia, in quanto in questa banda si ha forte contaminazione ed apporto di energie estranee in seguito agli effetti indiretti delle sesse dell'Alto Adriatico e dei disturbi atmosferici; nel mentre il limite superiore della banda corrisponde alla frequenza di Nyquist, in quanto in questa nuova analisi si sono presi valori alternati delle funzioni di correlazione, ciò che equivale all'aver preso un intervallo di campionatura di due minuti.

Notiamo ancora che la forte dissipazione che si rileva dal grafico (I-II), in confronto a quello (II-III), nella banda fra 0,175 e 0,23 cpm, si associa alla sparizione delle onde progressive che si presentano nella prima parte della registrazione con picchi in corrispondenza alle frequenze 0,205; 0,225; 0,245

(periodi di 4,88; 4,44; 4,08 minuti); onde queste che scompaiono completamente nelle sezioni successive.

L'esame dei grafici mostra una assai più marcata stabilità del parametro Q quale funzione della frequenza, in confronto ai risultati della precedente ana-

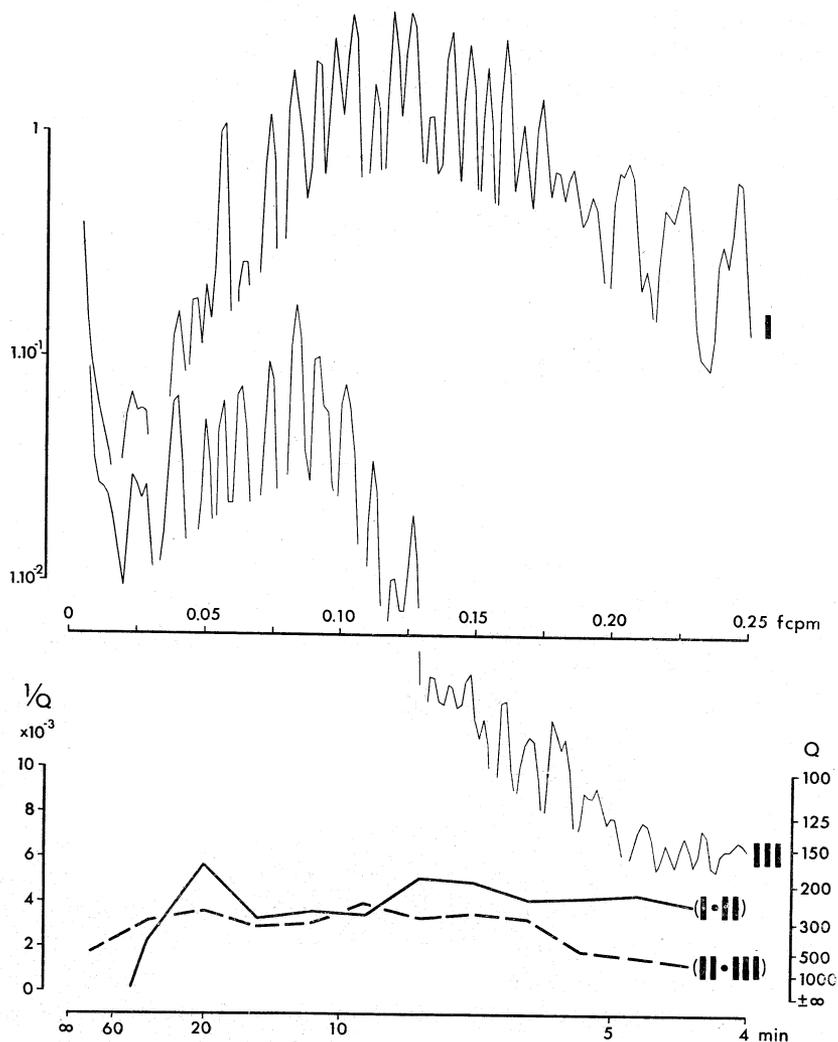


Fig. 1.

(I e III) - Spettri di potenza globale della prima e della terza sezione delle registrazioni.
(I-II) e (II-III) - Spettri della funzione di dissipazione specifica calcolati fra le sezioni indicate.

lisi; nella banda di frequenza presa in considerazione il parametro varia infatti da un massimo di 170 ad un minimo di 700; nella banda centrale, fra i periodi compresi fra i 6 minuti ed i 15 minuti, che comprende le armoniche torsionali dall'ordine 20 all'ordine 6, esso mostra poi un valore all'ingrosso costante, uguale a circa 300.

A differenza di quanto appariva dalla precedente analisi effettuata sulle componenti prese separatamente, la funzione $1/Q$ non accenna poi ad un andamento iperbolico, ciò che escluderebbe un comportamento maxwelliano dei materiali interessati.

Alla luce dei risultati ora ottenuti sembra potersi affermare che i forti valori della dissipazione ottenuti per alcune bande di frequenza nelle analisi delle due componenti prese separatamente, siano da attribuire piuttosto che al solo effetto di *scattering*, come inizialmente supposto, anche al manifestarsi di uno scambio di energia fra le due componenti, e precisamente nel senso che l'energia propria alle frequenze più alte (periodi al di sotto dei 5 minuti, e cioè armoniche di ordine superiore a 24) tenderebbe a passare dalla componente nord-sud a quella est-ovest; nel mentre l'opposto succederebbe per quella associata ai periodi fra i 5 e gli 8 minuti (armoniche comprese fra gli ordini 12 e 24).