

## INTRODUZIONE

La geofisica in generale è l'applicazione di misure e metodi fisici alla terra.

FISICA TERRESTRE {  
FISICA DELL' ATMOSFERA  
FISICA DELLA TERRA LIQUIDA  
FISICA DELLA TERRA SOLIDA

### Contenuti del corso :

la Terra, la sua struttura interna ed i processi in atto dalla sua superficie al centro

### Scienza giovane

1600 - 1900	Studio delle proprietà globali della Terra
1900 - 1950	Struttura interna
1950 - 1965 -	Processi alla superficie terrestre Tettonica a zolle, sorgente sismica.

- I dati geofisici sono spesso **inaccurati** (con errori di misura e "rumore"), **incompleti** (non permettono di determinare completamente le proprietà fisiche), e **ridondanti** (e quindi probabilmente inconsistenti).

- Interpretazione matematica dei dati geofisici

#### **Problema diretto**

si confrontano i risultati teorici dei vari modelli con i dati. Implica:

- conoscenza leggi fisiche alla base del processo
- capacità di risolvere le relative equazioni
- conoscenza dei vincoli geologici

#### **Problema inverso**

Permette di trovare soluzioni (modelli) statisticamente ottimali direttamente dai dati assieme alla risoluzione e la consistenza interna dei dati.

È utile con una mole notevole di dati.

Alla base del metodo inverso c'è quasi sempre la soluzione del problema diretto.

- Affinchè un metodo geofisico sia utile, la proprietà fisica misurata deve essere interpretata in termini geologici.

Diversi metodi (gravità, magnetismo...) possono campionare componenti diverse della roccia, pertanto è essenziale

- capire cosa si misura
- sapere quali risultati sono conclusivi
- sapere quali risultati dipendono fortemente dall'interpretazione

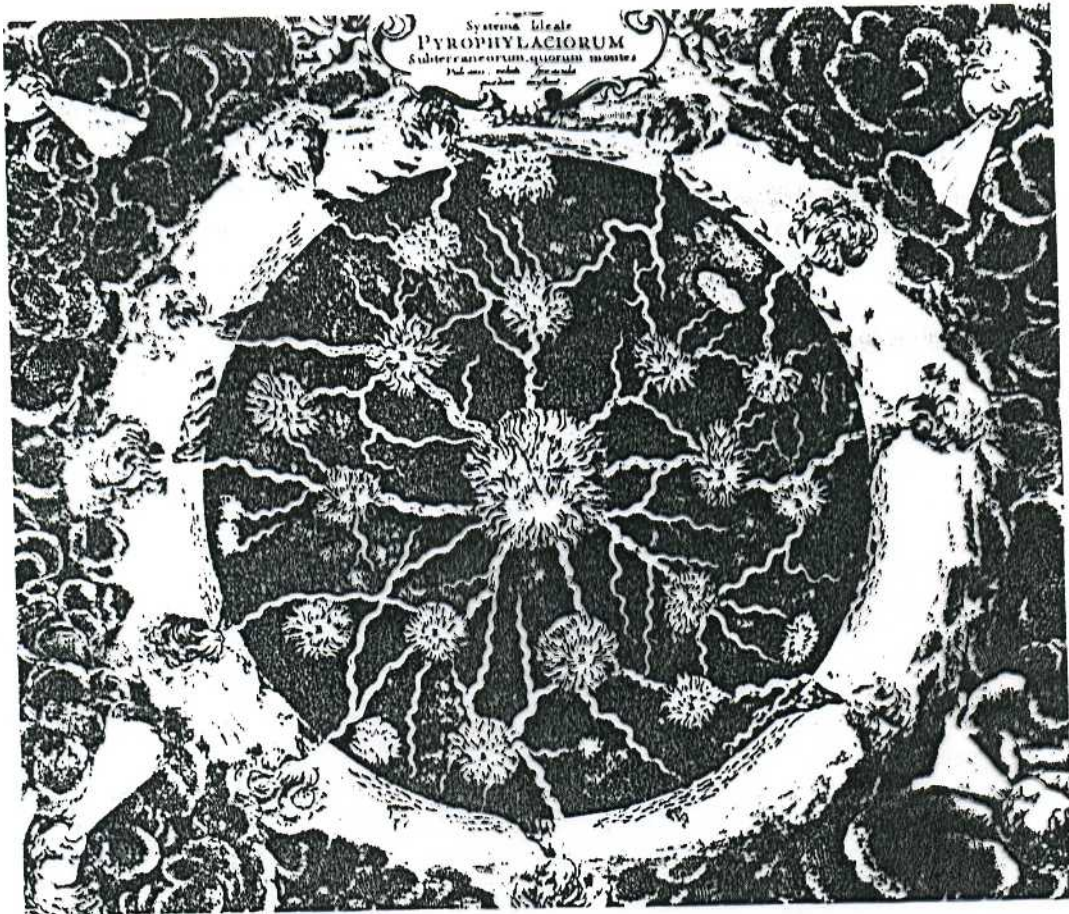
- la conoscenza della fisica, della matematica e della geologia sono essenziali nel fare un ragionamento geofisico.

Un modello geofisico è di poco uso se in forte contrasto con i dati geologici.

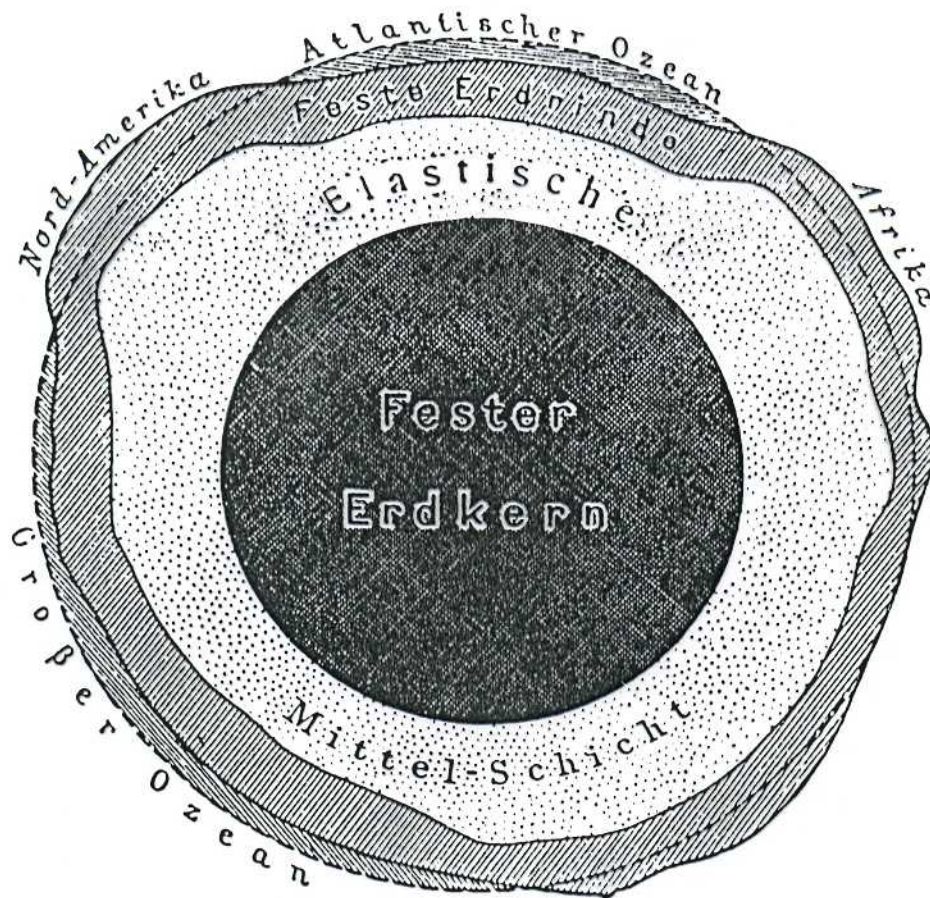
D'altro canto diventa intrattabile includere tutti i dettagli geologici in un modello geofisico.

È importante discriminare tra le cose importanti e non, e capire bene il problema fisico in esame.





**Figure 1.1** An early view (about 1800) of the Earth's interior. The writer conceived of Earth as a ball of solid material fissured by tubes of magma, connecting pockets of eruptive gases to volcanic vents on the Earth's surface.



**Figure 1.2** Sketch of the Earth's interior published in Berlin in 1902 (H. Kraemer). The Earth has three shells: a solid crust (Feste Erdrinde) supported by an elastic mantle (Elastische Mittel-Schicht) wrapped around a solid central core (Fester Erdkern). The change from Figure 1.1 reflects an improved physical understanding, but the model is still limited by lack of seismological data.



### Box 1.2 The Seismological Discovery of the Earth's Core

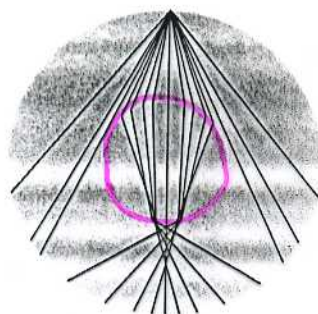
The Constitution of the Interior of the Earth, as Revealed by Earthquakes. By Richard Dixon Oldham, F.G.S. (Read February 21, 1906)

#### I. Introductory.

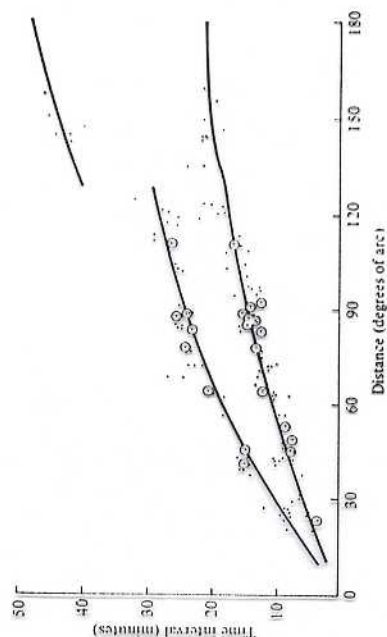
Of all regions of the earth none invites speculation more than that which lies beneath our feet, and in none is speculation more dangerous; yet, apart from speculation, it is little that we can say regarding the constitution of the interior of the earth. We know, with sufficient accuracy for most purposes, its size and shape; we know that its mean density is about  $5\frac{1}{2}$  times that of water, that the density must increase towards the centre, and that the temperature must be high, but beyond these facts little can be said to be known. Many theories of the earth have been propounded at different times: the central substance of the earth has been supposed to be fiery, fluid, solid, and gaseous in turn, till geologists have turned in despair from the subject, and become inclined to confine their attention to the outermost crust of the earth, leaving its centre as a playground for mathematicians.

The object of this paper is not to introduce another speculation, but to point out that the subject is, at least partly, removed from the realm of speculation into that of knowledge by the instrument of research which the modern seismograph has placed in our hands. Just as the spectroscope opened up a new astronomy by enabling the astronomer to determine some of the constituents of which distant stars are composed, so the seismograph, recording the unfelt motion of distant earthquakes, enables us to see into the earth and determine its nature with as great a certainty, up to a certain point, as if we could drive a tunnel through it and take samples of the matter passed through. The subject is yet in its infancy, and much may ultimately be expected of it; already some interesting and unexpected results have come out, which I propose to deal with in this paper.

From R. D. Oldham, "The Constitution of the Interior of the Earth, as Revealed by Earthquakes," *Quarterly Journal, Geological Society*, 62, 456-475, 1906.



Paths of seismic waves through the Earth assuming a core of radius  $0.4R$ , in which the speed is 3 km/sec, while the speed outside it is 6 km/sec. [From Oldham, 1906.]



Time curves of first and second phases of preliminary tremors. The marks surrounded by circles are averages. [From Oldham, 1906.]

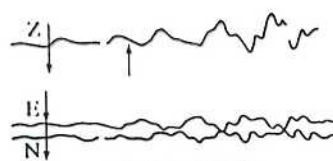
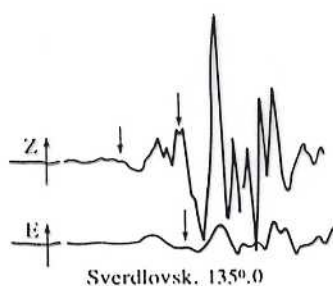
## Box 1.4 The Seismological Discovery of the Earth's Inner Core

P'

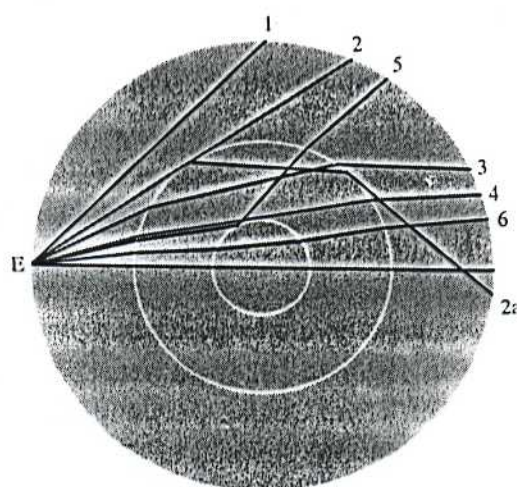
By I. Lehmann

An explanation of the  $P'_3$  wave is required, since now it can hardly be considered probable that it is due to diffraction. A hypothesis will here be suggested which seems to hold some probability, although it cannot be proved from the data at hand.

We take it that, as before, the earth consists of a core and a mantle, but that inside the core there is an inner core in which the velocity is larger than in the outer one. The radius of the inner core is taken to be  $r_1 = \frac{8}{10} r_0 \sin 16^\circ = 0.2205 r_0$ , so that the ray whose angle of incidence at the surface of the earth is  $16^\circ$  just touches the inner core.



June 16, 1929,  $P'_3$  records



Paths through the Earth with inner and outer cores.  
[From Lehmann, 1936.]

From I. Lehmann, " $P'$ ," Bureau Central Seismologique International, Series A, *Travaux Scientifique*, 14, 88, 1936.

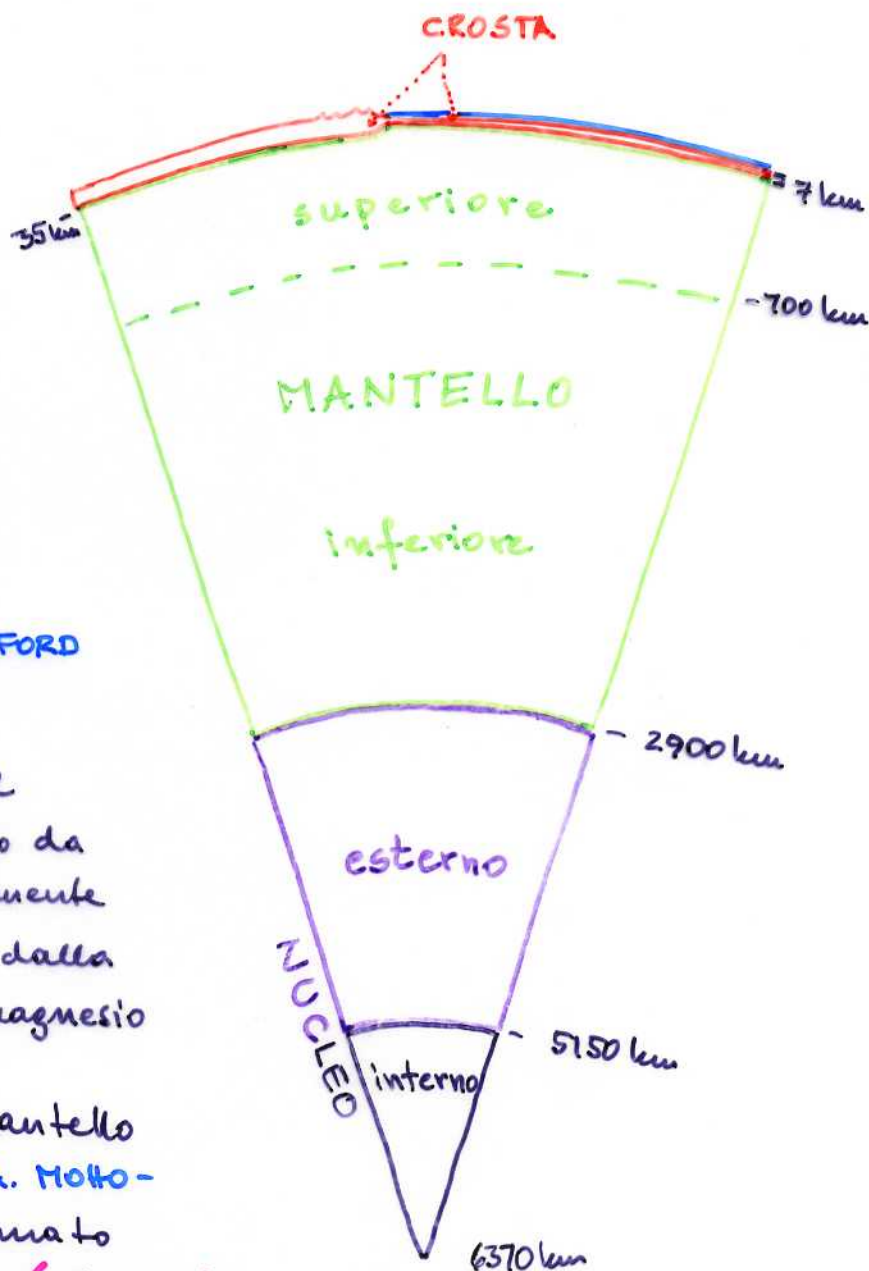
Le rocce che vediamo in superficie sono parte della **CROSTA** terrestre, ricca in silicio. Identificata da J. MILNE, LORD RAYLEIGH, LORD RUTHERFORD

Sotto la crosta si trova il **MANTELLLO**, così chiamato da E. WIECHERT (1897); fisicamente e chimicamente diverso dalla crosta, ricca in silicati di magnesio

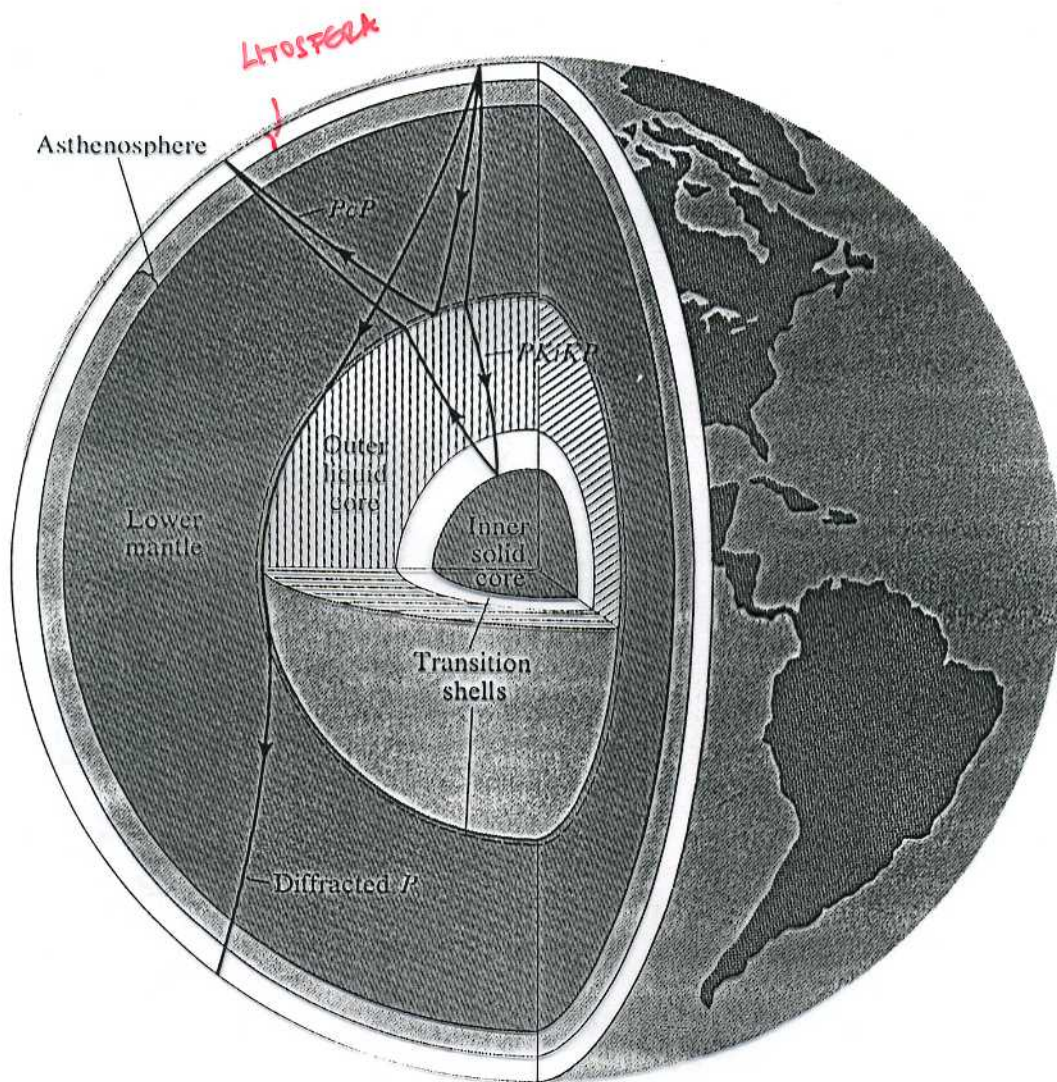
Il confine tra crosta e mantello è stato identificato da A. MOHO-ROVIČIĆ (1909) ed è chiamato **DISCONTINUITÀ DI MOHO-ROVIČIĆ (MOHO)**

Il **NUCLEO** della Terra fu scoperto da R.D. OLDHAM (1906) e definito correttamente da B. GUTENBERG (1912). È prevalentemente composto da ferro e nichel. Scoperto essere liquido da SIR H. JEFFREYS (1926) mediante lavori sulle maree.

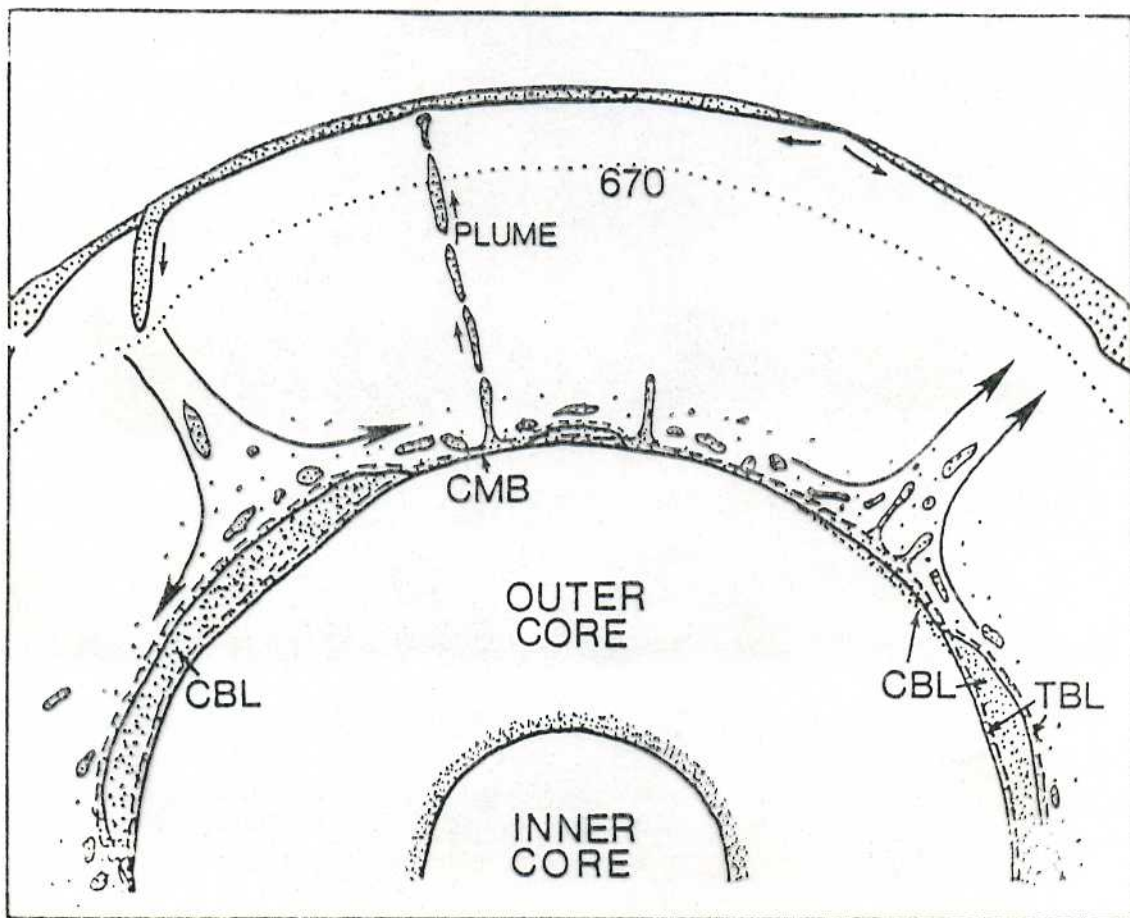
Il **NUCLEO** interno solido fu scoperto da I. LEHMANN (1936).







**Figure 1.3** A cross section of the Earth based on the most recent seismological evidence. The outer shell consists of a rocky mantle that has structural discontinuities in its upper part and at its lower boundary that are capable of reflecting or modifying earthquake waves. Below the mantle an outer fluid core surrounds a solid kernel at the Earth's center; between the two is a transition shell. The paths taken by three major kinds of earthquake waves are shown. The waves reflected from the outer liquid core are designated  $PcP$ ; the waves reflected from the inner solid core are  $PKiKP$ ; and the waves that creep around the liquid core are diffracted  $P$ . [From Bruce A. Bolt, "The Fine Structure of the Earth's Interior." Copyright © 1973 by Scientific American, Inc. All rights reserved.]





All'inizio del secolo si pensava che la Terra si fosse raffreddata dal suo stato fuso e che la contrazione avesse originato la topografia - montagne e fosse oceaniche.

Il fatto dei fossili, piante e animali simili ritrovati su diversi continenti (e quindi con origine comune) veniva spiegato con l'ipotesi di parti di terra tra i continenti sommersi successivamente dagli oceani.

Nel 1915 **A. WEGENER** propose il movimento dei continenti. ha una teoria della **DERIVA DEI CONTINENTI** (coste continentali complementari, evidenze botaniche ecc.) fu accettata da pochi. I geofisici correttamente osservarono che i continenti non potevano navigare attraverso le rocce solide dei fondali oceanici.

Negli anni '50 evidenze magnetiche mostrarono che i continenti si erano mossi uno relativamente all'altro. Si scoprirono inoltre le **dorsali oceaniche**.

Nel 1962 **H. H. HESS** propose che la deriva dei continenti era avvenuta attraverso il processo di **ESPANSIONE DEI FONDALI OCEANICI**.

Nacque così la teoria della **TETTONICA A ZILLE**, un fattore unificante degli studi geologici e geofisici. la differenza con la teoria di Wegener è che ora sono i continenti e gli oceani a muoversi assieme sopra l'interno della Terra.