



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## ELEMENTI DI GEOFISICA

### ALFREDO MAZZOTTI

Anno accademico	2019/20
CdS	FISICA
Codice	187DD
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ELEMENTI DI GEOFISICA	GEO/11	LEZIONI	48	ALFREDO MAZZOTTI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Acquisire conoscenze di base sulle principali metodologie e tecniche geofisiche che consentono l'esplorazione della Terra a varie scale. In particolare si comprenderà come alcune leggi fondamentali della fisica, come ad esempio quelle dell'elastodinamica, possano trovare applicazione dal campo sismologico (fenomeni a frequenza inferiore ad 1 Hz), all'esplorazione del sottosuolo e alle indagini a fini ambientali (fenomeni dell'ordine delle decine e centinaia di Hz), fino alle analisi ultrasoniche di campioni di roccia in laboratorio.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Esame scritto in cui lo studente potrà dimostrare le conoscenze acquisite.

##### *Capacità*

Lettura e comprensione di semplici sismogrammi a varie scale di frequenza.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Nella prova scritta saranno inserite domande specifiche di carattere pratico.

##### *Comportamenti*

Lo studente svilupperà una incrementata sensibilità verso le tematiche geofisiche e le possibilità di studio e di ricerca in questo campo.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Gli studenti saranno esposti a vari problemi, sia durante le lezioni sia durante la prova di esame.

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Basi di Analisi Matematica e di Fisica.

##### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni frontali, con ausilio di slides e lavagna.

Frequenza: consigliata

Attività didattiche:

- frequenza delle lezioni
- partecipazione ad eventuali seminari
- studio individuale

Il corso è offerto in lingua italiana sebbene le slides sono in lingua inglese.

##### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

##### **Geologia: l'oggetto delle indagini geofisiche**

La Terra a varie scale: il Globo Terrestre (migliaia di chilometri), i bacini sedimentari e le catene montuose, gli affioramenti, i campioni di roccia (pochi centimetri). Una breve descrizione dei metodi di indagine geofisica.



## UNIVERSITÀ DI PISA

La complessità delle rocce: anisotropia elastica. Solido generalmente anisotropico (simmetria monoclinica 21 costanti elastiche). La matrice di delle costanti elastiche per simmetria monoclinica (21 compliances), ortorombica (9), isotropica trasversale (5), isotropica (2) e per un mezzo fluido (1).

### Onde e raggi

Relazioni sforzo-deformazione per un mezzo fluido. Relazione sforzo-deformazione e 2a Legge della Dinamica: l'equazione delle onde acustiche

Dalla teoria delle onde alla teoria dei raggi: soluzione asintotica dell'equazione d'onda scalare (equazione iconale). Leggi di Fermat e Snell.

L'equazione d'onda semplificata (scalare) per onde P e onde S in mezzi solidi isotropi versus l'equazione d'onda vettoriale completa.

### Sismologia dei terremoti (fino a pochi Hz)

Problema in avanti: tracciamento di raggi in una Terra sferica, equazioni parametriche per il tempo di viaggio e per il calcolo della distanza epicentrale.

Le nostre osservazioni: sismogrammi da terremoti.

Problema inverso: come gli antichi sismologi stimavano le velocità delle onde nella Terra (equazioni di Wiechert Herglotz).

### Sismologia di esplorazione (fino a poche centinaia di Hz)

Problema in avanti: tracciamento di raggi in mezzi semplificati: interfacce planari stratificate, equazioni parametriche per il tempo di viaggio e calcolo della distanza tra sorgente e ricevitore. Equazione di Dix.

Le nostre osservazioni: sismogrammi generati da sorgenti sismiche artificiali.

Problema inverso: come i vecchi sismologi stimavano le velocità di una Terra stratificata orizzontale.

### Misure soniche in pozzo (fino a pochi kHz)

Esempi di sismogrammi. Correlazione con le caratteristiche geologiche.

### Misure ad ultrasuoni su campioni di roccia (fino a pochi MHz)

L'interazione tra il fluido dei pori e la matrice solida della roccia. Teoria di Biot. Approssimazione di bassa frequenza di Gassman.

**Esempi** Sismogrammi di terremoti, esplorazione sismica, misure soniche in pozzo, misure ultrasoniche in laboratorio: diverse scale stesse onde. Problemi inversi.

### Bibliografia e materiale didattico

Copie delle slides, delle note e di pertinenti articoli scientifici saranno disponibili agli studenti.

### Indicazioni per non frequentanti

Il contenuto del corso è integralmente riportato nel materiale fornito dal docente. Tramite queste e gli ulteriori riferimenti bibliografici, il non frequentante può cercare di sviluppare la necessaria preparazione.

### Modalità d'esame

L'esame consiste nel rispondere ad una serie di quesiti, di cui alcuni a risposta multipla e alcuni si riferiscono a piccole dimostrazioni o discussioni da elaborare liberamente. Ogni quesito ha un proprio punteggio. La somma totale è 30.

Ultimo aggiornamento 29/08/2019 16:40