



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## GEOPHYSICAL INSTRUMENTATION AND GEOPHYSICAL POTENTIAL FIELDS

**GIORGIO CARELLI**

Anno accademico 2022/23  
CdS GEOFISICA DI ESPLORAZIONE E APPLICATA  
Codice 337BB  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
GEOPHYSICAL INSTRUMENTATION AND GEOPHYSICAL POTENTIAL FIELDS	FIS/03	LEZIONI	48	GIORGIO CARELLI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Al termine del corso gli studenti:

- acquisiranno i concetti di base della teoria della misura;
- comprenderanno i principi fisici di funzionamento della strumentazione utilizzata in geofisica, in particolare sensori magnetici, gravitazionali e sismici;
- saranno capaci di analizzare le tecniche operative dei sistemi di localizzazione satellitare (GNSS);
- avranno le nozioni di base di geodesia insieme agli strumenti teorici necessari per descrivere i campi gravitazionali e magnetici della Terra e per gestire i dati gravimetrici o magnetometrici.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

L'apprendimento degli studenti viene continuamente misurato durante il corso attraverso momenti informali di valutazione, come la partecipazione in classe o incontri tra il docente e un gruppo di studenti. La capacità dello studente di spiegare correttamente gli argomenti principali presentati durante il corso sarà valutata formalmente alla fine del corso.

#### *Capacità*

Al termine del corso, gli studenti conosceranno il principio di base della strumentazione e saranno in grado di valutare le procedure di base per il loro lavoro sul campo.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Verranno posti quesiti per stimolare gli studenti a pensare in maniera critica. Gli studenti saranno incoraggiati a porre domande ed approfondire le proprie idee per migliorare le proprie capacità di risoluzione dei problemi e acquisire una comprensione più profonda dei concetti accademici.

#### *Comportamenti*

Gli studenti acquisiranno la consuetudine a condurre la raccolta e l'analisi dei dati sperimentali con accuratezza e precisione.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Agli studenti verranno richiesti brevi aggiornamenti sugli argomenti discussi.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Sono richieste conoscenze di base di analisi matematica e fisica.

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni frontali con ausili visivi.

La pagina di e-learning verrà utilizzata per il download di materiale didattico, comunicazioni, pubblicazioni di articoli precedenti.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Incontri saranno organizzati su richiesta degli studenti.  
Si consiglia la frequenza.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Nozioni di base di elettronica.

Circuiti lineari nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza. Informazioni sugli amplificatori operazionali.

Caratteristiche generali della strumentazione: funzione di trasferimento; sensibilità e accuratezza; densità spettrale di potenza; rumore. Acquisizione del segnale e conversione da analogico a digitale.

Misurazione del tempo. Scale temporali. Tempo UT, UTC e TAI. Localizzazione satellitare. Sistemi satellitari (GNSS). Il sistema GPS: modalità di misura e cause di incertezza.

GPS differenziale. Integrazioni con GPS (GLONASS) e altri sistemi GNSS (GLONASS, Galileo, Bei-dou).

Introduzione matematica alla descrizione dei campi potenziali

Campo gravitazionale ed elementi di geodesia. Coordinate geodetiche. Il campo gravitazionale.

Geoidi e modelli di campo gravitazionale. L'ellissoide di riferimento. Gravità normale.

Anomalie gravitazionali. Variazioni temporali della gravità.

La strumentazione gravimetrica. Gravimetri assoluti: pendolo, caduta libera gravimetri, gravimetri quantistici. Gravimetri a molla, gravimetro superconduttore. Gravimetri a mezzo mobile e gradiometria.

Fondamenti di magnetismo. Leggi fondamentali e proprietà magnetiche di materiali.

Il campo geomagnetico. Descrizione del campo geomagnetico. Origine del campo geomagnetico e sua evoluzione temporale. Il modello globale dell'IGRF.

Magnetometri. Fluxgate e SQUID. Magnetometri atomici: Precessione protonica e

Magnetometri ad effetto overhauser, magnetometri a pompaggio ottico di alcalino

Atomi di Vapore e di He4. L'indagine geomagnetica.

Campagne magnetometriche.

Mappa delle anomalie. Analisi spettrale e mappe filtrate.

Onde sismiche. Concetti basilari.

Sismometri. Oscillatore armonico smorzato. Sismometri e geofoni. Feedback Statico e sismometri a banda larga. Sismometria rotazionale.

Applicazioni di base della misura elettrica e magnetica. Sonde attive, resistività, polarizzazione indotta, induzione magnetica. Conducibilità e polarizzazione indotta. Radar e sue applicazioni.

### Bibliografia e materiale didattico

N. Beverini [Appunti del corso](#)

W. Lowrie, [Fundamentals of Geophysics](#), Second Edition, Cambridge University Press, 2007

S.W. Smith, [The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing](#), Second Edition, California Technical Publishing, 1999

[International Center for Global Earth Models](#)

[International Geoid Service](#)

[International Geomagnetic Reference Field](#)

[EU's Global Navigation Satellite Systems](#)

[International Earth Rotation and Reference Systems Service](#)

[BIPM Time and frequency](#)

### Indicazioni per non frequentanti

E' fortemente consigliata la frequenza.

### Modalità d'esame

Esame orale

Consiste in un colloquio tra il candidato e il docente e i suoi collaboratori. Il candidato per superare il test deve:

mostrare la capacità di esprimersi in modo chiaro usando la terminologia corretta;

rispondere a domande riguardanti le materie fondamentali del corso;

dimostrare la capacità di mettere in relazione e collegare parti del programma al fine di rispondere correttamente a una domanda.

### Pagina web del corso

<https://polo3.elearning.unipi.it/course/view.php?id=3186>

