# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

| | |
|---|---|
| **DIPARTIMENTO** | Scienze della Terra e del Mare |
| **ANNO ACCADEMICO OFFERTA** | 2019/2020 |
| **ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE** | 2019/2020 |
| **CORSO DILAUREA MAGISTRALE** | GEORISCHI E GEORISORSE |
| **INSEGNAMENTO** | GEOFISICA APPLICATA |
| **TIPO DI ATTIVITA'** | B |
| **AMBITO** | 50567-Discipline geofisiche |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 03598 |
| **SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI** | GEO/11 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | MARTORANA RAFFAELE Professore Associato Univ. di PALERMO |
| **ALTRI DOCENTI** | |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 98 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA** | 52 |
| **PROPEDEUTICITA'** | |
| **MUTUAZIONI** | |
| **ANNO DI CORSO** | 1 |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | 1° semestre |
| **MODALITA' DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | **MARTORANA RAFFAELE**<br>Mercoledì 14:30 16:30 Via Archirafi 20, 3° piano |

**DOCENTE:** Prof. RAFFAELE MARTORANA

| | |
|---|---|
| **PREREQUISITI** | Conoscenza e padronanza degli argomenti principali di Matematica, Fisica Generale, Fisica Terrestre e Geologia. |
| **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI** | CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRENSIONE:<br>- conoscenze di base, di tipo teorico, sperimentale e pratico, fondamentali nelle discipline geofisiche;<br>- sufficiente familiarita' con il metodo scientifico d'indagine;<br>- capacita' di utilizzare gli strumenti matematici e sperimentali per l'analisi di processi geologici da un punto di vista fisico;<br>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE:<br>- capacita' di utilizzare gli strumenti matematici e sperimentali per l'analisi di processi geologici da un punto di vista fisico;<br>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:<br>Gli studenti acquisiranno competenze adeguate per l'applicazione dei metodi geofisici in diversi ambiti delle Scienze della Terra applicati al Territorio;<br>ABILITA' COMUNICATIVE:<br>Gli studenti acquisiranno capacita' di lavorare in gruppo e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.<br>CAPACITA' D'APPRENDIMENTO:<br>Le conoscenze acquisite e la capacita' di apprendimento sviluppata risulteranno utili per affrontare corsi di livello superiore (Master). La formazione acquisita permettera' anche di incrementare le proprie conoscenze con aggiornamenti autonomi.<br>I risultati di apprendimento attesi vengono sviluppati durante tutto il percorso formativo attraverso lezioni frontali e laboratorio. |
| **VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO** | La valutazione dello studente prevede una prova orale in cui vengono proposti quesiti su argomenti del corso, con particolare attenzione alla visione integrata dei fenomeni fisici sfruttati dai metodi geofisici ed alle tecniche di inversione.<br>Verra' valutata la capacita' di progettazione di un sondaggio geofisico, consistente nella scelta del metodo, delle tecniche di acquisizione e di elaborazione dei dati finalizzate ad una specifica problematica geologica.<br>Lo studente dovra' dimostrare di avere acquisito la conoscenza dei fondamentali metodi di indagine e tecniche di misura geofisiche applicate all'ambiente (geologia, idrogeologia, geomorfologia), ai beni culturali e all'ingegneria.<br>Particolare riguardo verra' dato alle metodologie sismiche, elettriche e georadar.<br>Inoltre verranno richieste conoscenze di base di magnetometria e gravimetria.<br>Il punteggio della prova d'esame e' attribuito mediante un voto espresso in trentesimi. L'attiva partecipazione degli studenti alle lezioni, alle esercitazioni e al lavoro svolto individualmente sotto forma di esercizi e relazioni assegnate durante lo svolgimento del corso potra' pesare per un massimo di 15 /30 sulla valutazione finale.<br>Per superare l'esame, ottenere quindi un voto non inferiore a 18/30, lo studente deve dimostrare un raggiungimento elementare degli obiettivi. Gli obiettivi raggiunti si considerano elementari quando l'esaminando/a dimostra di avere acquisito una conoscenza di base degli argomenti descritti nel programma, e' in grado di operare minimi collegamenti fra di loro, dimostra di avere acquisito una limitata autonomia di giudizio; il suo linguaggio e' sufficiente a comunicare con gli esaminatori.<br>Per conseguire un punteggio pari a 30/30 e lode, lo studente deve invece dimostrare di aver raggiunto in maniera eccellente gli obiettivi previsti. Gli obiettivi raggiunti si considerano eccellenti quando l'esaminando/a ha acquisito la piena conoscenza degli argomenti del programma, dimostra di saper applicare la conoscenza acquisita anche in contesti differenti /nuovi/avanzati rispetto a quelli propri dell'insegnamento, si esprime con competenza lessicale anche nell'ambito del linguaggio specifico di riferimento ed e' in grado di elaborare ed esprimere giudizi autonomi fondati sulle conoscenze acquisite. |
| **OBIETTIVI FORMATIVI** | Obiettivo del corso e' fornire solide conoscenze di base fisico-matematiche applicathe a problematiche geofisiche, sia teoriche che sperimentali.<br>Lo studente dovra' avere acquisito le seguenti competenze:<br>1) sapere effettuare connessioni tra le diverse metodologie geofisiche,<br>2) riconoscere o stabilire relazioni tra differenti parametri fisici del sottosuolo,<br>3) classificare i metodi geofisici in base ai campi fisici sfruttati, ai parametri fisici delle rocce indagati, all'uso di sorgenti attive o passive.<br>4) formulare ipotesi in base ai dati ottenuti da sondaggi geofisici,<br>5) trarre conclusioni basate sui risultati ottenuti e sulle ipotesi verificate,<br>6) individuare i metodi geofisici piu' adatti a risolvere specifici problemi geologici, applicando le conoscenze acquisite a situazioni reali. |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Acquisizione di misure geofisiche sul campo e laboratorio di elaborazione dei dati, finalizzato alla corretta inversione ed interpretazione dei sondaggi geofisici. |
| **TESTI CONSIGLIATI** | Mussett A.E., Khan M.A. (2003): Esplorazione del sottosuolo. Una introduzione alla geofisica applicata. Zanichelli, 421 pp.<br>Software open source utilizzato in laboratorio con manuali. |

# PROGRAMMA

| ORE | Lezioni |
|---|---|
| 5 | IL PROBLEMA DIRETTO ED IL PROBLEMA INVERSO IN GEOFISICA<br>Problema diretto, modellistiche e dimensioni. Cenni sul metodo alle differenze finite e agli elementi finiti.<br>Problema inverso: fasi che regolano un algoritmo di inversione. Discretizzazione del volume indagato. Metodi d'inversione 2D e 3D con soluzione del problema inverso: metodi ai minimi quadrati di Gauss-Newton. Lo Jacobiano. |
| 2 | METODI SISMICI: INTRODUZIONE<br>Propagazione delle onde elastiche. Velocita' dei vari tipi di onde. Relazione tra la velocita' ed i parametri elastici delle formazioni del sottosuolo.<br>Il sismogramma e la sezione sismica. Percorsi delle principali fasi sismiche per un terreno stratificato: onda diretta, onda riflessa ed onda rifratta criticamente. |
| 3 | SISMICA A RIFRAZIONE<br>Acquisizione dei dati, picking, dromocrone.<br>Metodo dei tempi intercetti:determinazione delle velocita' apparenti e degli spessori degli strati.<br>Metodo reciproco, tempi di ritardo. |
| 4 | Metodo GRM: funzioni tempo-velocita' e tempo-profondita. Tomografia sismica a rifrazione: problema diretto, raytracing e inversione. |
| 3 | SISMICA IN FORO<br>Geofoni da foro.<br>Il down-hole: acquisizione e processing dei dati. Calcolo dei profili verticali di Vp, Vs e modulo di Poisson.<br>Cross-hole e Up-hole.<br>Tomografia sismica in foro. |
| 5 | METODI SISMICI AD ONDE DI SUPERFICIE<br>Le onde di superficie, onde di Rayleigh e di Love. Dispersione delle onde di superficie.<br>La tecnica Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW): acquisizione, spettro f-k, spettro di velocito, curve di dispersione, inversione.<br>La tecnica Refraction Microtremor (REMI). |
| 3 | Cenni di RISCHIO SISMICO<br>Definizione di rischio sismico. Generalita' sui terremoti e sugli studi della sismicita.<br>Pericolosita' sismica. Accelerazione di picco al suolo. Zone sismiche.<br>Effetti di sito. Microzonazione sismica.<br>Vseq. Caratterizzazione sismica dei terreni.<br>Il microtremore. Cenni sul metodo HVSR. |
| 5 | METODI GEOELETTRICI<br>Resistenza e resistivita. Intensita' di corrente, potenziale e campo elettrico.<br>Elettrodi di corrente ed elettrodi di potenziale. Campo elettrico generato in un mezzo omogeneo da due elettrodi di corrente. Principio di reciprocita' e principio di sovrapposizione.<br>Definizione di resistivita' apparente. Principali stendimenti elettrodici e fattore geometrico.<br>Resistivimetri e accessori. |
| 4 | Sondaggi Elettrici Verticali (SEV). Esecuzione, curve di resistivita' apparente, inversione dei dati ed interpretazione.<br>Pseudosezioni e sezioni tomografiche. Tecniche di acquisizione di dati 2D e 3D; tecnica del roll-along.<br>Problema geoelettrico diretto: metodi alle differenze finite e agli elementi finiti.<br>il problema inverso: Metodi ai minimi quadrati, Equazione di Gauss-Newton, Lo Jacobiano;<br>Applicazioni della tomografia elettrica a ricerche idrogeologiche, archeologiche ed ingegneristiche.<br>Polarizzazione indotta: Polarizzazione di elettrodo e di membrana. Misure di P.I. nel time domain. Caricabilita.<br>Misure di P.I. in frequency domain. |
| 3 | METODI ELETTROMAGNETICI<br>Principali proprieta' delle onde elettromagnetiche,<br>Il Ground Penetrating Radar (georadar). Strumentazione e principi di funzionamento. Acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati. Antenne trasmittenti e riceventi. Scelta della frequenza dell'antenna.<br>Tomografia georadar: time-slices e depth-slices. Esempi applicativi. |
| 3 | I metodi elettromagnetici nel dominio del tempo (TDEM).<br>Equazione del potenziale elettromagnetico indotto. Curva di decadimento del potenziale (early, intermediate e late stage). Curve di resistivita' apparente. Tecniche d'inversione ed interpretazione dei dati. Strumentazione ed esempi applicativi I metodi elettromagnetici induttivi nel dominio della frequenza (FDEM, Slingram).<br>Anomalie generate da un profilo Slingram. Esempi applicativi. Strumentazione. |

| ORE | Laboratori |
|---|---|
| 6 | Metodi sismici:<br>Esecuzione di un profilo sismico a rifrazione.<br>Elaborazione dei dati, inversione ed interpretazione dei risultati. |
| 6 | Metodi geoelettrici:<br>Esecuzione di una tomografia di resistivita' elettrica.<br>Elaborazione dei dati, inversione ed interpretazione dei risultati, |