



# UNIVERSITÀ DI PISA

## SEISMIC IMAGING

---

**NICOLA BIENATI**

Anno accademico

2023/24

CdS

EXPLORATION AND APPLIED  
GEOPHYSICS

Codice

225DD

CFU

6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
SEISMIC IMAGING	GEO/11	LEZIONI	48	NICOLA BIENATI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso mira a fornire una rassegna dei principi base, delle tecniche e delle applicazioni dell'imaging sismico per l'esplorazione e la ricerca di idrocarburi

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Esame scritto in cui lo studente dovrà dimostrare le conoscenze acquisite e la capacità ad affrontare e risolvere i problemi posti.

#### *Capacità*

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di valutare l'efficacia dei vari strumenti di seismic imaging in funzione della complessità geologica e geofisica dell'area investigata.

#### *Comportamenti*

Il corso mira a sviluppare le capacità di analisi e lo spirito critico necessari per pianificare e valutare la correttezza e l'efficacia di un progetto di imaging sismico

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenze di base di elaborazione numerica dei segnali e di analisi matematica

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

Il corso mira a fornire una rassegna dei principi base, delle tecniche e delle applicazioni dell'imaging sismico nell'industria.

##### 1. Introduzione all'imaging e fondamenti di propagazione delle onde

- Telerilevamento
- Applicazioni di tecniche di imaging nell'industria e nella nostra vita di tutti i giorni

##### 2. Tecniche di imaging sismico

- Imaging in mezzi 1D
  - Legge di Snell e propagazione delle onde in mezzi a strati piani e paralleli
  - Iperbole di normal moveout
  - Stack
- Imaging in mezzi con velocità costante
  - Migrazione di dati a zero offset per somma dei dati lungo iperboli
  - Impatto degli errori di velocità
  - Migrazione post-stack vs migrazione pre-stack
  - Migrazione per distribuzione lungo ellissi
- Imaging in mezzi con velocità variabile solo in profondità (migrazione tempi)
  - Mappatura da tempo verticale a profondità
- Imaging in presenza di variazioni laterali di velocità (migrazione in profondità)
- Imaging 2D e imaging 3D
- La matematica dell'imaging sismico



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Teorema di Green
- La condizione di imaging
- Imaging basato sull'approssimazione dei raggi (migrazione di Kirchhoff)
  - Apertura di migrazione
  - Filtro antialias
  - Common reflection point gather
  - NMO stretch e mute
- Imaging basato sull'approssimazione dei fasci gaussiani
- Imaging basato sull'approssimazione dell'equazione del calore
  - Equazione di dispersione e operatore di phase shift
- Imaging full wave (Reverse Time Migration)
  - Analisi del costo computazionale
- Migrazione ai minimi quadrati
- Imaging in presenza di anisotropia
  - Modello VTI e modello TTI
- Imaging in preservazione delle ampiezze
- Assorbimento e migrazione con compensazione di assorbimento

### 3. Tecniche di analisi di velocità

- Stima di velocità per l'iperbole di NMO
- La semblance
- Mezzi stratificati, velocità di stack e velocità quadratica media
  - Equazione di Dix
- Problemi inversi
  - Operatore diretto
  - Operatore inverso
  - Spazio nullo
  - Problemi inversi mal condizionati
  - Regolarizzazione
  - Gradiente coniugato
- Analisi di velocità in presenza di riflettori inclinati
  - L'operatore di Dip Moveout
- Analisi di velocità mediante raggi e tomografia
  - Trasformata di Radon
  - Tomografia in trasmissione
  - Tomografia in riflessione
- Analisi dell'incertezza nella stima di velocità
  - Campionamento dello spazio nullo
- Analisi di velocità e migrazione
- Stima dei parametri di anisotropia
- Utilizzo delle misure di pozzo
  - Calibrazione ai marker di pozzo
- Esempi di applicazioni industriali
- Analisi di velocità mediante onde (Full Waveform Inversion)
  - Problemi inversi non lineari
  - Potenzialità e limitazioni
  - Quantificazione della differenza tra due segnali
- Applicazione di tecniche di Deep Learning alla risoluzione di problemi inversi

### Bibliografia e materiale didattico

E. Robein, *Seismic Imaging: A Review of the Techniques, their Principles, Merits and Limitations*, EAGE publications

Ultimo aggiornamento 29/08/2023 15:45