



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## GEOCHIMICA APPLICATA ALLA GEOTERMIA

**PAOLO FULIGNATI**

Anno accademico 2023/24  
CdS SCIENZE E TECNOLOGIE  
GEOLOGICHE  
Codice 042DD  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
GEOCHIMICA APPLICATA ALLA GEOTERMIA	GEO/08	LEZIONI	54	PAOLO FULIGNATI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Lo studente che completa con successo il corso avrà acquisito una approfondita conoscenza riguardo i principali processi geochimici che sono coinvolti nel processo di interazione acqua-roccia. Egli sarà a conoscenza dei principali metodi di acquisizione ed elaborazione di dati di geochimica dei fluidi (classificazione delle acque, geotermometri idrogeochimici etc.). Lo studente avrà una approfondita conoscenza della geochimica degli isotopi stabili (in particolare ossigeno ed idrogeno) e delle applicazioni per problematiche ambientali e per tracciare il processo di interazione acqua-roccia. Lo studente sarà in grado di dimostrare una conoscenza avanzata delle metodologie di studio i delle inclusioni fluide e dell'utilizzo dei dati ottenuti con queste metodologie di indagine per problematiche relative allo studio di sistemi idrotermali attivi e fossili.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Per l'accertamento di specifiche conoscenze (ie. isotopi stabili) saranno svolte delle prove in itinere utilizzando test.

#### *Capacità*

Lo studente conoscerà quali sono i principali processi geochimici che interessano i sistemi idrotermali e magmatico-idrotermali. Lo studente sarà a conoscenza delle principali procedure di campionamento dei fluidi ed analisi idrogeochimica e sarà in grado di interpretarne i risultati per finalità geotermiche. Lo studente sarà a conoscenza dell'uso della geochimica degli isotopi stabili (in particolare ossigeno ed idrogeno) nello studio dei sistemi idrotermali e sarà in grado di interpretare i dati isotopici per applicazioni ai sistemi idrotermali. Lo studente sarà a conoscenza di cosa sono le inclusioni fluide ed il loro uso nello studio dei sistemi idrotermali e sarà in grado di interpretare i dati di inclusioni fluide per applicazioni ai sistemi idrotermali.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Attività pratiche (esercitazioni, laboratorio) saranno svolte per la verifica delle capacità

#### *Comportamenti*

Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche legate allo studio dei sistemi idrotermali. Lo studente potrà acquisire opportuna accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante le sessioni di laboratorio e di esercitazione saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenze di base in geochimica  
Conoscenze di base in geotermia  
Conoscenze di base in vulcanologia

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni frontali con l'ausilio di power point  
Esercitazioni in laboratorio



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Generalità sui sistemi idrotermali. Relazioni tra vulcanismo e sistemi idrotermali ad esso associati. Facies di alterazione idrotermale. Sistemi idrotermali e magmatico-idrotermali attivi e fossili. Analogie tra sistemi idrotermali fossili e sistemi idrotermali attivi (geothermal fields). Processi di interazione acqua-roccia. Reazioni di idrolisi, di scambio di base e di silicizzazione. Modificazioni geochimiche subite dalle rocce interessate da alterazione idrotermale. Prospezioni idrogeochimiche e metodi di classificazione delle acque. Geotermometri chimici. Processi di scaling. Geochimica degli isotopi stabili. Uso degli isotopi stabili per caratterizzare il processo di interazione acqua-roccia e loro applicazioni nello studio di sistemi idrotermali attivi e fossili. Le inclusioni fluide: come si formano e come si riconoscono. Informazioni fornite dallo studio delle inclusioni fluide. Metodologie di analisi. Elaborazione dati microtermometrici. Esempi pratici di applicazione dello studio di inclusioni fluide per la caratterizzazione e la ricostruzione evolutiva di campi geotermici attivi e giacimenti minerali di origine idrotermale.

### Bibliografia e materiale didattico

I principali testi consultabili sono i seguenti: Celico P. (1986) Prospezioni idrogeologiche (Volume primo). Liguori Editore, 735 pp. Faure G. (1986) Principles of Isotope Geology (2nd edition). J. Wiley & Sons, 589 pp. Longinelli A. & Deganello S. (1999) Introduzione alla Geochimica. UTET, 459 pp. Pirajno F. (1992) Hydrothermal Mineral Deposits. Springer Verlag, 709 pp. Shepherd T.J., Rankin A.H. & Alderton D.H. (1985) A Practical Guide to Fluid Inclusion Studies. Blackie and Son, Glasgow, 239 pp.

### Indicazioni per non frequentanti

Non esistono differenze per gli studenti che non seguono il corso

### Modalità d'esame

L'esame orale consiste in un colloquio tra il candidato ed il docente. Durante l'esame orale al candidato potrebbe essere richiesto di risolvere esercizi scritti davanti al docente. La prova non può considerarsi superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, o se non risponde correttamente ameno alle domande relative ai parti fondamentali del corso.

### Note

Presidente commissione d'esame: Paolo Fulignati

Presidente supplente: Paola Marianelli

Membro 1: Paola Marianelli

Membro 2: Anna Gioncada

Membro Supplente 1: Marco Pistolesi

Membro Supplente 2: Silvia Fornasaro

*Ultimo aggiornamento 04/09/2023 10:29*