



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METODOLOGIE DI ANALISI AMBIENTALE

**ENRICO MUGNAIOLI**

Anno accademico **2023/24**  
CdS **SCIENZE AMBIENTALI**  
Codice **161DD**  
CFU **6**

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
METODOLOGIE DI ANALISI AMBIENTALE	GEO/07	LEZIONI	54	ENRICO MUGNAIOLI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso offre una panoramica sulle tecniche di microscopia elettronica, spettroscopia e diffrazione utili per l'analisi mineralogica a fini ambientali. In particolare, sarà enfatizzato il contributo offerto del microscopio elettronico a scansione (SEM) e del microscopio elettronico a trasmissione (TEM) per la caratterizzazione di materiali polifasici micro-particellari e nano-particellari da un punto di vista chimico e strutturale. Saranno poi affrontate alcune questioni relative alla mineralogia ambientale: il problema degli asbesti (caratterizzazione, effetti nocivi e smaltimento), il problema del risanamento delle acque tramite filtri naturali o derivati da prodotti naturali (zeoliti, argille, LDH), il problema del particolato atmosferico. Verranno infine proposti alcuni spunti di economia circolare per quanto riguarda le tematiche più strettamente mineralogiche.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Gli studenti sono tenuti a dimostrare con una prova orale di aver compreso i concetti del corso.

#### *Capacità*

Gli studenti che finalizzeranno con successo il corso acquisiranno una robusta conoscenza relativa alle tecniche di analisi mineralogiche per tematiche ambientali, soprattutto per quanto concerne materiali polifasici a grana fine e ultra-fine.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Gli studenti sono tenuti a dimostrare di comprendere le metodologie descritte durante il corso.

#### *Comportamenti*

Lo studente diverrà in grado di gestire in autonomia uno studio di materiali micro-cristallini polifasici tramite analisi SEM e TEM.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Gli studenti sono tenuti a dimostrare di saper risolvere in autonomia un problema di analisi ambientale che necessita di analisi mineralogiche di dettaglio.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenza di base di chimica e mineralogia. È gradito, ma non necessario, che lo studente abbia già acquisito conoscenze cristallografiche di base.

#### *Corequisiti*

È gradito che lo studente segua, o abbia seguito in precedenza, i corsi di Geochimica e Geochimica Ambientale.

#### *Prerequisiti per studi successivi*

Nessun prerequisito per studi successivi.

#### *Indicazioni metodologiche*

Il corso prevede 40 ore di lezione frontale e 14 ore di esercitazioni.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Richiami e accenni su cristallografia, ottica e tecniche spettroscopiche per l'analisi mineralogica. Approfondimento sulle tecniche di imaging e diffrazione elettronica per la caratterizzazione chimica e strutturale di materiali polifasici a grana fine.

Gli asbesti, da materiale miracoloso a minaccia ambientale. Aspetti mineralogici e pratiche di caratterizzazione. Smaltimento ed accenni sulla legislazione inerente.

Il problema del risanamento delle acque, con particolare enfasi sui filtri naturali o derivati da minerali. Zeoliti, argille e layered double hydroxides (LDH): aspetti strutturali ed economici, applicazioni.

Caratterizzazione morfologica, mineralogica e chimica del particolato atmosferico. Effetti sulla salute e rischi per l'ambiente e l'uomo. Fenomeni endogeni ed antropici connessi con la concentrazione del particolato atmosferico.

Accenni di economia circolare legati ai rifiuti e alla mineralogia.

Sessioni di laboratorio dove gli studenti potranno vedere e praticare alcune delle metodologie sperimentali sopra descritte.

### Bibliografia e materiale didattico

Environmental Mineralogy II. D. J. Vaughan & R. A. Wogelius, EMU Notes in Mineralogy.

Mineral Fibres: Crystal Chemistry, Chemical-Physical Properties, Biological Interaction and Toxicity. A. F. Gualtieri, EMU Notes in Mineralogy.

Amianto: dall'individuazione alla gestione del rischio. Manuale tecnico operativo per individuare i materiali fibrosi e gestire il rischio amianto. S.

Massera & C. Sentinelli, EPC Editore.

Manuale per gli addetti alla bonifica dell'amianto. E. Cavariani, A. Angelini & M. Di Francesco, EPC Editore.

Novel Materials for Environmental Remediation Applications: Adsorption and Beyond. D. A. Giannakoudakis, L. Meili & I. Anastopoulos, Elsevier.

Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. T. Armbruster & M. E. Gunter, Reviews in Mineralogy and Geochemistry.

Clay Materials for Environmental Remediation. S. Ismadji, F. E. di Soetaredjo & A. Ayucitra, Springer.

Mineral Dust: A Key Player in the Earth System. P. Knippertz & J.-B. W. Stuut, Springer.

Minerals and Waste. M. Tribaudino, D. Vollprecht & A. Pavese, Springer.

### Indicazioni per non frequentanti

Nessuna ulteriore indicazione per gli studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

Le conoscenze saranno valutate con un esame orale finale.

### Stage e tirocini

Non previsti.

### Note

Commissione d'esame. Presidente: Prof. E. Mugnaioli; Membri: Prof. N. Perchiazzi, Prof. R. Petrini; Presidente supplente: Prof. M. Pasero;

Membri supplenti: Prof. C. Biagioni, Prof. M. Masotta.

Per qualsiasi ulteriore informazione sul corso, contattare il docente via e-mail: [enrico.mugnaioli@unipi.it](mailto:enrico.mugnaioli@unipi.it).

Ultimo aggiornamento 18/09/2023 16:09