



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Inquinamento e Bonifica delle Acque Sotterranee

2324-2-F7501Q086

---

#### Obiettivi

Conoscere le principali categorie di contaminanti delle acque sotterranee e le relative possibili sorgenti;  
Conoscere Distinguere tra inquinamento di origine antropica e inquinamento di origine naturale;  
Conoscere i principali processi chimici che la presenza di contaminanti crea nelle acque sotterranee;  
Conoscere le caratteristiche chimico-fisiche dei contaminanti che ne influenzano il comportamento in falda;  
Comprendere il concetto di bassa solubilità e in relazione alla presenza di fasi fluide separate (NAPL) nelle acque sotterranee;  
Essere in grado di risolvere problemi relativi al trasporto di contaminanti soggetti a fenomeni di advezione, dispersione ritardo e degradazione;  
Conoscere le principali indagini da effettuare in campo per acquisire conoscenze idrogeologiche e idrochimiche finalizzate ad un caso di contaminazione;  
Essere in grado di elaborare un modello concettuale di un problema di contaminazione del suolo e della falda sulla base di dati a disposizione;  
Conoscere le principali tecniche di disinquinamento delle acque sotterranee e le relative modalità di esecuzione.

#### Contenuti sintetici

Studio dei contaminanti e delle modalità di propagazione nelle acque sotterranee;  
Metodiche di indagine per la definizione dell'area inquinata e la caratterizzazione del sito;  
Metodiche per il disinquinamento delle acque sotterranee;  
Linee guida per il monitoraggio della bonifica;  
Risoluzione di casi di disinquinamento delle acque sotterranee.

#### Programma esteso

Inquinamento antropico e contaminazione naturale;  
Tipologie di inquinanti antropici e di sorgenti di inquinamento: caratteristiche, frequenza, e distribuzione;  
Caratteristiche chimico fisiche dei contaminanti;  
Reazioni di ossido-riduzione in falda;  
Meccanismi di trasporto: advezione, dispersione, adsorbimento e ritardo, degradazione;  
Principio di conservazione della massa ed equazione di trasporto;  
Applicazione di una soluzione analitica di trasporto nel caso di sorgente continua;  
Concetti base di capillarità bagnabilità, permeabilità e permeabilità relativa;  
Movimento delle sostanze non solubili NAPL, leggere e pesanti (LNAPL e DNAPL);  
Indagini idrogeologiche ed idrochimiche e caratterizzazione per la costruzione di un modello concettuale;  
Legislazione sulle bonifiche con cenni all'analisi di rischio;  
Tipologie di intervento (insite, onsite, offsite), logiche decisionali e criteri per la selezione di una metodica di bonifica;  
Tecniche di bonifica principali, relativamente alle quali vengono trattati: il principio di funzionamento, i fattori fisico-chimici di influenza, la fattibilità del sistema, la previsione del tempo di funzionamento, la modalità e la tempistica del monitoraggio, l'interpretazione dei dati, il raggiungimento degli obiettivi della bonifica;  
Tecnologie trattate: Barriera Idraulica, Soil Vapour Extraction, Air Sparging, Permeable Reactive Barrier, tecniche per la rimozione di fasi separate (LNAPL, DNAPL) cenni a altre tecniche di bonifica.

## **Prerequisiti**

Conoscenze base di idrogeologia.

## **Modalità didattica**

Lezioni frontali, 4 cfu.  
Esercitazioni, 2 cfu.

## **Materiale didattico**

Materiale utilizzato durante le lezioni (slide, esercizi, schemi, materiale e fogli di calcolo delle esercitazioni) pubblicati sul sito:  
<https://elearning.unimib.it/course/view.php?id=51569>

Testi raccomandati (visionabili presso il docente):  
Francani V., 2014. Idrogeologia. C.E.A. Casa Editrice Ambrosiana  
Di Moffetta, Sethi, 2012. Ingegneria degli acquiferi. Springer.  
Clark I., 2015. Groundwater Geochemistry and Isotopes. CRC Press

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Primo Semestre.

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

E' prevista una prova finale in modalità scritta con orale obbligatorio.

L'esame scritto è mirato a valutare l'acquisizione delle conoscenze base relative alle sostanze contaminanti ed ai fenomeni che ne caratterizzano il trasporto in falda. L'esame, della durata di 3.5 ore, consiste in:

- n.2 domande a risposta aperta (dimostrare la capacità di analizzare, comprendere e descrivere un fenomeno di contaminazione);
- n.3 test a risposta chiusa (dimostrare di conoscere i concetti base);
- n.1 problema (dimostrare la capacità di risolvere quesiti relativi ad un singolo caso di contaminazione in modo razionale).

L'esame orale è mirato a valutare le conoscenze acquisite relative alle metodiche di indagine e di bonifica e la loro applicazione. L'esame, della durata di circa 30 minuti, consiste in:

- colloquio di discussione sullo scritto;
- colloquio su argomenti trattati a lezione relativi alla bonifica di siti contaminati (caratterizzazione, legislazione, tecniche di bonifica).

La valutazione dello scritto prevede l'attribuzione di un punteggio complessivo massimo di 30/30 (7/30 domande, 3/30 test, 20/30 problema).

La valutazione della prova orale fa media con quella della prova scritta per l'attribuzione della votazione finale.

## **Orario di ricevimento**

Su appuntamento col docente.

## **Sustainable Development Goals**

ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI

---