



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Metodi Numerici Avanzati per Equazioni alle Derivate Parziali

2324-1-F4001Q104

---

#### Obiettivi

Coerentemente con gli obiettivi formativi del Corso di Studio, l'insegnamento si propone di fornire allo studente conoscenze di alcune importanti tematiche avanzate riguardanti il metodo degli elementi finiti, costruendo una forte base teorica e anche un senso critico applicativo. Verranno altresì fornite le competenze necessarie a comprendere, analizzare e confrontare i vari metodi proposti, nonché implementarli e utilizzarli al calcolatore.

Il corso è previsto in lingua italiana ma potrebbe essere tenuto in lingua inglese in presenza di studenti stranieri.

#### Contenuti sintetici

Il corso tratta l'approssimazione di problemi alle derivate parziali col metodo degli elementi finiti, e può essere considerato uno stadio successivo e più avanzato rispetto al corso "Approssimazione di Equazioni Differenziali" dello stesso corso di laurea. In particolare, si tratterà il problema del calore non-stazionario (con dipendenza anche dal tempo) e problemi con una formulazione detta mista, che giocano un ruolo fondamentale in molte applicazioni (come in fluidodinamica o in problemi di diffusione in mezzi porosi). Parte del corso sarà svolta in laboratorio informatico (MATLAB).

#### Programma esteso

Breve ripasso dei concetti e delle nozioni fondamentali del metodo agli elementi finiti, nonché dei risultati principali nel caso di problemi ellittici stazionari. Il problema modello del calore non-stazionario, discretizzazione in spazio con elementi finiti, discretizzazione in tempo (con differenze finite), analisi teorica del metodo, implementazione al calcolatore. Analisi a posteriori del errore per il problema della diffusione stazionario, analisi teorica, implementazione al calcolatore, algoritmo adattivo. Problemi in forma mista. Il problema di Stokes come esempio

modello, discretizzazione e problematiche, teoria generale dei metodi misti, alcuni elementi specifici per Stokes e loro analisi, generalizzazioni, implementazione al calcolatore. Il problema della diffusione in forma mista, discretizzazione, analisi teorica, alcuni elementi specifici, generalizzazioni, implementazione. Il problema di Navier-Stokes e sua discretizzazione con elementi finiti. Possibili ulteriori argomenti potranno essere trattati a fine corso.

## **Prerequisiti**

Oltre alle normali conoscenze della laurea triennale in matematica, è richiesto di avere seguito il Corso “Metodi Numerici per Equazioni alle Derivate Parziali” e di possedere (ad esempio avendo seguito il Corso “Analisi Superiore”) nozioni di base di Analisi Funzionale. Il corso avrà una forte componente teorica.

## **Modalità didattica**

Lezioni alla lavagna e in laboratorio informatico.

## **Materiale didattico**

- D. Braess, “Finite Elements: theory, fast solvers, and applications in solid mechanics”, Cambridge University Press (alternativa: P.Ciarlet “The finite element method for elliptic problems” oppure S.Brenner e R.Scott, “The mathematical theory of finite element methods”)
- D. Boffi, F. Brezzi, M. Fortin, “Mixed finite element methods and applications”, Springer
- V. Thomee, “Galerkin Finite Element Methods for Parabolic Problems”, Springer

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

Primo semestre.

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

L' esame di compone di un singolo orale, diviso in due parti. In una prima parte si discuterà un progetto di laboratorio matlab, che lo studente deve portare all'esame scegliendolo tra quelli proposti dal docente alla fine del corso. Gli studenti dovranno dividersi in gruppi da 1-3 persone per lo svolgimento del progetto (è dunque consentito sia lavorare individualmente che in squadra, la discussione essendo comunque individuale). La seconda parte di tratta di un esame orale su tutte le tematiche svolte nel corso, per verificare se lo studente ha acquisito la conoscenza critica e operativa delle definizioni, dei risultati e delle loro dimostrazioni. Il peso relativo delle due parti, progetto e parte teorica, è circa del 40% e 60%, rispettivamente.

Non sono previste prove in itinere.

**Orario di ricevimento**

Su appuntamento via email.

**Sustainable Development Goals**

---