

## SYLLABUS DEL CORSO

### Metodi e Modelli Stocastici

2021-1-F4001Q106

---

#### Obiettivi

L'insegnamento si propone di fornire una selezione di strumenti, concetti e modelli avanzati del calcolo delle probabilità e dei processi stocastici, dal punto di vista sia teorico che applicativo.

Al termine del corso lo studente avrà acquisito le seguenti:

- *conoscenze*: una selezione di risultati avanzati del calcolo della probabilità (grandi deviazioni), dei processi stocastici (catene di Markov a tempo continuo) e dei modelli stocastici (grafi aleatori);
- *competenze*: comprensione operativa del linguaggio probabilistico e di tecniche dimostrative avanzate (ad es. coupling);
- *abilità*: capacità di applicare le nozioni teoriche per la risoluzione di esercizi e l'analisi di problemi e modelli.

#### Contenuti sintetici

L'insegnamento si apre con lo studio del **Processo di Posson**, l'esempio più importante di processo stocastico a tempo continuo con stati discreti. Questo è il punto di partenza per lo studio generale delle **catene di Markov a tempo continuo**. Vengono poi presentati alcuni risultati della teoria delle **grandi deviazioni**, che fornisce un quadro che permette di studiare eventi rari su scala esponenziale. La parte successiva è dedicata allo studio dei **grafi aleatori**, un argomento di ricerca recente di grande rilevanza. L'insegnamento si conclude con una selezione di **modelli e applicazioni** che illustrano la valenza anche applicativa degli argomenti presentati.

#### Programma esteso

## 1. Processo di Poisson

- Introduzione ai processi di punto
- Il processo di Poisson
- Proprietà asintotiche

## 2. Catene di Markov a tempo continuo

- Semigruppì e generatori su spazi numerabili
- Catene di Markov a tempo continuo
- La proprietà di Markov forte
- Convergenza all'equilibrio

## 3. Grandi deviazioni

- Il teorema di Cramer
- Entropia relativa e teorema di Sanov
- Il principio di grandi deviazioni
- Applicazione: il modello di Curie-Weiss

## 4. Grafi aleatori

- Processi di diramazione
- Introduzione ai grafi aleatori
- Il modello di Erdos-Renyi

## 5. Modelli e applicazioni

*Una selezione, concordata con gli studenti, tra i seguenti argomenti:*

- Processi di punto di Poisson su spazi generali
- Processi di Lévy
- Teoria delle code
- Teoria dell'informazione
- Modelli avanzati di grafi aleatori (*preferential attachment*)
- Modelli predittivi in statistica matematica

## Prerequisiti

Le conoscenze, competenze e abilità impartite negli insegnamenti di calcolo delle probabilità e processi stocastici (variabili aleatorie, martingale, legge condizionale) oltre che quelle impartite nei corsi di analisi matematica.

## Modalità didattica

Lezioni frontali articolate in

- lezioni teoriche, in cui si fornisce la conoscenza di definizioni, risultati, dimostrazioni ed esempi rilevanti;

- lezioni pratiche, in cui si forniscono competenze e abilità necessarie per utilizzare le nozioni teoriche per l'analisi di modelli e la risoluzione di problemi.

Se l'emergenza Covid-19 lo permetterà, le lezioni saranno tenute in aula in presenza. Altrimenti saranno tenute in una modalità mista (parzialmente in presenza, parzialmente a distanza) o interamente a distanza, secondo le disposizioni che riceveremo. Tutte le lezioni saranno videoregistrate e rese disponibili da remoto. Al fine di facilitare il coinvolgimento degli studenti, le lezioni a distanza saranno integrate con eventi di discussione / ricevimento in videoconferenza sincrona.

## **Materiale didattico**

*Testi di riferimento:*

- E. Pardoux, *Markov processes and applications*, Wiley Series in Probability and Statistics (2008)
- F. den Hollander, *Large Deviations*, American Mathematical Society (2008)
- R. van der Hofstad, *Random Graphs and Complex Networks*, Volume I, Cambridge University Press (2017)
- S. Asmussen, *Applied Probability and Queues*, Springer (2003)

*Altro materiale:*

- Videoregistrazione delle lezioni
- Appunti delle lezioni
- Altre referenze / dispense fornite dai docenti

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

Secondo semestre

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

L'esame si articola in due parti: una **consegna di esercizi** svolti in autonomia, che contribuisce per un sesto al voto finale, e una **prova orale**, che contribuisce per cinque sestimi al voto finale, espresso in trentesimi.

La **consegna di esercizi** consiste nella risoluzione di alcuni esercizi proposti durante il corso, che lo studente dovrà svolgere in autonomia e consegnare con un anticipo di almeno una settimana rispetto alla prova orale, e ha lo scopo di valutare la continuità dell'apprendimento e le abilità pratiche.

La **prova orale** consiste in un colloquio della durata indicativa di 30-60 minuti in cui vengono valutate la conoscenza delle definizioni, enunciati ed esempi presentati durante il corso e la competenza e abilità nell'esposizione di una selezione di argomenti con i dettagli delle dimostrazioni.

Se l'emergenza Covid-19 lo permetterà, la prova orale sarà tenuta in presenza, altrimenti si svolgerà a distanza,

secondo le disposizioni che riceveremo.

Ci saranno 5 appelli d'esame (due tra giugno e luglio, uno a settembre, due a febbraio).

## **Orario di ricevimento**

Su appuntamento

---