



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Statistica Spaziale M

2526-2-F8204B010

---

#### Obiettivi formativi

Il corso intende fornire un'introduzione ai metodi statistici per l'analisi di fenomeni che presentano variabilità nello spazio. Alla fine del corso lo studente avrà acquisito: 1) la capacità di gestire, rappresentare e analizzare dati geo-codificati in un opportuno sistema di riferimento tramite l'uso di un software specifico; 2) la capacità di definire un modello stocastico idoneo alla descrizione e previsione di dati spaziali; 3) alcune tecniche di stima per questo tipo di modelli.

Il corso fornisce conoscenze avanzate sui principali modelli probabilistici e sulle metodologie statistiche per l'analisi di dati spaziali, con particolare attenzione alle applicazioni in ambito economico e aziendale. Gli studenti acquisiranno competenze teoriche e pratiche nell'analisi statistica di dati geo-riferiti, sviluppando la capacità di applicare tali conoscenze a problemi reali, interpretare criticamente i risultati e proporre soluzioni metodologicamente fondate. Il percorso formativo promuove l'autonomia di giudizio nell'uso di modelli della statistica spaziale. Il corso contribuisce a consolidare le capacità di apprendimento e di aggiornamento nell'ambito dei metodi avanzati di inferenza statistica, in coerenza con l'area di apprendimento "Statistica" del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche.

#### Contenuti sintetici

Introduzione all'analisi esplorativa dei dati spaziali; modelli e metodi per dati da processo di punto spaziale; modelli e metodi per dati geostatistici; cenni ai metodi per l'analisi dei dati di area.

#### Programma esteso

Variabilità di piccola e larga scala. Tipologie di dati spaziali.

Processi di punto spaziali. Processi di Poisson omogenei e non omogenei. Test per l'ipotesi CSR. Introduzione ai test Monte Carlo. Stima dell'intensità di un processo di Poisson. Processi di Poisson multitypo.

Geostatistica. Richiami sui processi stocastici spaziali. Stazionarietà. Covariogramma, correlogramma e variogramma. Isotropia e modelli parametrici isotropici. Analisi esplorativa dei dati geostatistici. Analisi della componente di piccola scala. Stima del variogramma: metodo dei momenti, stime di massima verosimiglianza e dei minimi quadrati (ols, wls, gls). Analisi della componente di larga scala: metodi parametrici, cenni sulla regressione non parametrica. La previsione spaziale. Il metodo kriging: semplice, ordinario, universale.

Laboratorio in ambiente R.

## Prerequisiti

Il corso non ha propedeuticità. E' consigliato avere nozioni preliminari di processi stocastici, inferenza statistica e programmazione in R come forniti dagli insegnamenti di Processi Stocastici M e Probabilità applicata e Statistica computazionale.

Il corso non è indicato per studenti *undergraduate* in mobilità internazionale (programma Erasmus) i quali sono invitati a contattare il docente prima dell'inizio del corso.

## Metodi didattici

Lezioni frontali e sessioni di esercitazione in laboratorio informatico per un totale di 47 ore.

Tutte le lezioni e le esercitazioni sono svolte in modalità erogativa.

5 esercitazioni in laboratorio informatico della durata di 2 ore ciascuna saranno svolte in modalità erogativa in presenza e una sessione in modalità da remoto.

Le rimanenti 35 ore saranno svolte in moduli da 2 o 3 ore in modalità erogativa, 30 ore in presenza e 5 ore da remoto.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste di due parti: una prova in laboratorio informatico e una prova orale.

**La prova di laboratorio informatico** è svolta in ambiente R. Allo studente sarà richiesto di risolvere dei problemi (quesiti che richiedono l'analisi di un fenomeno complesso e la sua razionalizzazione tramite la composizione di più principi) per mezzo di un'elaborazione di dati spaziali utilizzando codici e funzioni presentati e discussi durante le sessioni di laboratorio informatico del corso. La prova mira a verificare la capacità acquisita dallo studente nel rispondere a concrete esigenze che, nell'ambito della tematica dei dati spaziali, possono emergere in contesto lavorativo o di ricerca. Saranno quindi valutate le capacità di analisi dei dati, di sintesi e interpretazione dei risultati, nonché la competenza acquisita nell'uso del software R.

Durante la prova non è ammesso l'uso di testi o altro materiale con l'esclusione dei codici che verranno messi a disposizione dal docente all'inizio della prova.

Durante la prova non è ammesso l'uso del cellulare.

**La prova orale** è mirata ad accertare la conoscenza teorica dello studente sugli argomenti del corso. Si tratta

quindi di un colloquio sugli argomenti svolti a lezione. Saranno valutate la capacità di formalizzare in termini statistico-probabilistici le tematiche proposte in sede di esame e il rigore metodologico del loro sviluppo.

Il punteggio finale è costituito da una media ponderata dei voti ottenuti nelle due parti.

## **Testi di riferimento**

O. Schabenberger, C.A. Gotway, 2005, Statistical methods for spatial data analysis Chapman & Hall/CRC.

Ulteriore materiale: lucidi presentati nelle lezioni, dispense, codici R, dataset ed esercitazioni aggiuntive sono messe a disposizione degli studenti tramite la piattaforma eLearning del corso.

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

Primo periodo del secondo semestre.

## **Lingua di insegnamento**

Italiano.

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---