

## SYLLABUS DEL CORSO

### Statistica Matematica

2425-3-E3501Q062

---

#### Obiettivi

Conoscere e comprendere gli strumenti di base della statistica inferenziale.

Essere in grado di applicare, anche utilizzando software specifico, tali conoscenze a situazioni in cui si ha un campione di osservazioni, al fine di fornire, dopo una opportuna scelta del modello aleatorio, stime su parametri incogniti e opinioni motivate sulle proprietà di tali parametri.

#### Contenuti sintetici

Modelli statistici. Statistica inferenziale: stimatori, intervalli di confidenza, test d'ipotesi. Utilizzo di software specifici quali R o di fogli di calcolo

#### Programma esteso

Il programma è uguale per frequentanti e non frequentanti.

Introduzione alla statistica

Popolazione obiettivo, campione casuale. Problema del campionamento. Statistica. Densità dipendenti da parametri incogniti.

Stime puntuali di parametri

Stimatore, stimatore non distorto, errore quadratico medio, consistenza in media quadratica, condizione necessaria e sufficiente per la consistenza in media quadratica di una successione di stimatori.

Stimatori per i momenti di una VA: momenti campionari. Media campionaria.  
Stimatore non distorto della varianza: varianza campionaria.  
Metodo dei momenti per la costruzione di stimatori.  
Funzione di verosimiglianza. Stimatore di massima verosimiglianza.  
Stimatore UMVUE; limite inferiore della varianza (disuguaglianza di Cramér-Rao).  
Proprietà di invarianza degli stimatori di massima verosimiglianza. Proprietà asintotiche degli stimatori di massima verosimiglianza.  
Campionamento da v.a. Normali: legge della media campionaria. Legge del quadrato di una Normale(0,1): legge chi quadro a 1 grado di libertà. Legge della somma dei quadrati di normali standard indipendenti: legge chi quadro a k gradi di libertà. Legge della varianza campionaria di un campione normale. Legge t di Student.  
Stime intervallari

Intervalli di confidenza: definizione, livello di confidenza.  
Intervalli per la media di popolazione normale (varianza nota o incognita).  
Intervalli per la varianza di popolazione normale (media nota o incognita).  
Quantità pivotale e suo utilizzo per il calcolo di intervalli di confidenza.  
Intervalli di confidenza per grandi campioni (in particolare per frequenze ovvero parametri di Bernoulli).  
Quantità pivotale per campioni provenienti da legge assolutamente continua.  
Test d'ipotesi

Test per un'ipotesi statistica; test non casualizzato e regione critica. Livello di significatività, p-value. Test uniformemente più potente di livello fissato.  
Test per una media di popolazione normale (varianza nota oppure ignota).  
Test per la varianza di una popolazione normale (media nota o ignota).  
Test per differenza di medie per popolazioni normali.  
Confronto fra intervalli e test.  
Test su una frequenza e su due frequenze (campione numeroso).  
Test del rapporto di verosimiglianza semplice e generalizzato. Teorema di Neyman-Pearson.  
Test chi quadrato di Pearson per l'adattamento (con o senza parametri stimati).  
Test chi quadrato di Pearson per l'indipendenza.  
Regressione lineare

Regressione lineare semplice e multipla: definizione, interpretazione, test.

## **Prerequisiti**

Analisi matematica I e II, in particolare calcolo integrale.

Probabilità di base: leggi di variabili aleatorie discrete e continue. Valore atteso e varianza. Legge di funzioni di variabili aleatorie. Indipendenza. Convergenza di successioni di variabili aleatorie.

## **Modalità didattica**

Si utilizza un approccio didattico ibrido che combina didattica frontale (DE) e didattica interattiva (DI). La DE include la presentazione e spiegazione dettagliata dei contenuti teorici. La DI prevede interventi attivi degli studenti tramite esercizi e problemi, brevi interventi, discussioni collettive e lavori di gruppo o individuali anche utilizzando software statistico (es. R). Non è possibile stabilire precisamente a priori il numero di ore dedicate alla DE e alla DI, poiché le modalità si intrecciano in modo dinamico per adattarsi alle esigenze del corso e favorire un apprendimento partecipativo e integrato, combinando teoria e pratica.

Le lezioni (48 ore 6 cfu) si svolgono in presenza e sono tenute in italiano. Su richiesta e previo accordo tra docente e studenti sarà possibile l'utilizzo della lingua inglese.

Compatibilmente con gli strumenti di registrazione a disposizione le lezioni saranno registrate e messe a disposizione sul sito di e-learning.

Compatibilmente con la disponibilità di laboratori informatici il 20% del corso avrà contenuto laboratoriale tramite l'uso di software statistico

## **Materiale didattico**

Introduzione alla statistica di A.M.Mood, F.A.Graybill, D.C.Boes, 1991, McGraw-Hill Italia, ISBN: 9788838606618

An Introduction to Mathematica Statistics: F. Bijma, M. Jonker, A. van der Vart, Amsterdam University Press

Altro materiale: slide delle lezioni e degli esercizi su [elearning.unimib.it](http://elearning.unimib.it)

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

Secondo semestre

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

Esame scritto con:

1. domande a risposta aperta (sui concetti teorici descritti nel corso, ivi comprese le richieste di enunciare una definizione e/o enunciare e dimostrare teoremi)
2. esercizi scritti: applicazione dei concetti teorici e di tecniche analoghe agli esercizi proposti a lezione e per casa.  
presentazione
3. presentazione di una relazione su un problema da analizzare a casa

Per la parte 1. non è consentito tenere materiale didattico, mentre per la parte 2. è consentito l'utilizzo di un formulario autoprodotta scritto su un foglio A4 (fronte e retro), oltre che delle tavole statistiche di normale, Student e chi quadro.

Lo scritto ha di norma una durata da un minimo di 1h30' a un massimo di 2h20' (in dipendenza dalla lunghezza dei quesiti). Nella parte 1 è valutata l'esattezza delle risposte, la chiarezza espositiva, la completezza delle stesse. Nella parte 2 è valutata la correttezza del procedimento e l'esattezza delle risposte. Nella parte 3 è valutata la chiarezza e la completezza dell'esposizione.

La parte 1. e 2. contribuiscono ciascuna per i 2/5 del punteggio finale mentre la parte 3. ha un peso di 1/5.

L'orale è a richiesta del docente e/o dello studente ed è un colloquio sullo scritto, sugli argomenti svolti a lezione e sulla relazione. Nell'orale sono valutate le stesse qualità delle risposte che sono valutate nello scritto. Gli studenti con votazione insufficiente ma maggiore o uguale a 16/30 nello scritto possono richiedere di sostenere l'orale, così come tutti gli altri studenti con votazione sufficiente. In caso di sostenimento della prova orale, il peso dello scritto è di 3/4 e quello dell'orale di 1/4. Di norma i voti sufficienti (compreso il massimo dei voti) possono essere confermati senza prova orale, fermo restando la facoltà del docente di chiedere una prova orale in tutte le situazioni in cui ravvisi la necessità di chiarimenti riguardo alla prova scritta.

## **Orario di ricevimento**

Su appuntamento

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---