



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria ed Architettura

Anno Accademico 2022/2023

Laurea Magistrale in Ingegneria dell'intelligenza Artificiale e della Sicurezza  
Informatica, classe di laurea LM32

Insegnamento	Statistica per l'Ingegneria
CFU	9
Settore Scientifico Disciplinare	MAT/06
Nr. ore di aula	54
Nr. ore di studio autonomo	171
Nr. ore di laboratorio	\
Mutuazione	\
Annualità	I anno
Periodo di svolgimento	I semestre

Docente	E-mail	Ruolo <sup>i</sup>	SSD docente
Liliana Luca	<a href="mailto:liliana.luca@unikore.it">liliana.luca@unikore.it</a>	RTD	MAT/06

Propedeuticità	No
Prerequisiti	Conoscenze di base di Analisi Matematica e Algebra Lineare
Sede delle lezioni	Plesso di Ingegneria e Architettura

## Orario delle lezioni

L'orario delle lezioni sarà pubblicato sulla pagina web del corso di laurea

[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/index.php?view=easycourse&\\_lang=it](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/index.php?view=easycourse&_lang=it)

## Obiettivi formativi

Il corso mira a fornire allo studente i più importanti strumenti metodologici e pratici necessari a supportare tutte le diverse fasi di acquisizione, sintesi ed analisi dei dati sperimentali e osservazionali in ambito ingegneristico. Tali fasi comprendono principalmente i) l'appropriata metodologia di indagine campionaria e/o di progettazione di esperimenti sul campo; ii) la corretta sintesi e rappresentazione dei dati; iii) la scelta ragionata e l'applicazione di uno specifico metodo di analisi statistica, anche di tipo complesso. Particolare enfasi verrà data alla parte pratica, mediante la trattazione di casi studio reali relativi a problemi tipici connessi a tematiche dell'Ingegneria. A tale scopo si utilizzeranno i classici strumenti del calcolo differenziale ed integrale e, per le applicazioni, il foglio di calcolo elettronico e MATLAB.

## Contenuti del Programma

N.	ARGOMENTO	TIPOLOGIA	DURATA
1.	<b>Statistica descrittiva:</b> Rappresentazione di dati e distribuzioni di frequenze. Quantili, moda, mediana, coefficiente di asimmetria e kurtosi. Spazi campionari.	Frontale	2h 1h

Distribuzione delle medie campionarie. Campionamenti con e senza ripetizione.

Uso del toolbox di statistica del MATLAB.

- |    |   |          |          |
|----|---|----------|----------|
| 2. | <b>Stimatori:</b> Stimatori non distorti per media, varianza e proporzione. Intervalli di confidenza per la media, sia nel caso in cui la varianza è nota che nel caso in cui la varianza è incognita, per la varianza e per le proporzioni. Distribuzioni t di Student e chi-quadro. Stima della differenza tra le medie di due popolazioni nel caso in cui sono note le varianze e nel caso di varianze incognite. Stimatori dei momenti e di massima verosimiglianza.  | Frontale | 4h<br>1h |
| 3. | <b>Teoria delle decisioni statistiche:</b> livello di significatività, errori di I e II tipo, potenza di un test. Inferenza sulla media, nota la varianza. Inferenza sulla media quando la varianza non è nota. Inferenza sulla varianza. Inferenza sulla proporzione. Inferenza statistica sulla differenza delle medie di due popolazioni, note le varianze. Inferenza statistica sulla differenza delle medie di due popolazioni con le varianze incognite. Inferenza statistica sulle varianze di due popolazioni normali e distribuzione F di Fisher. Inferenza statistica sulle proporzioni in coppie di popolazioni. | Frontale | 4h<br>1h |
| 4. | <b>Test del chi-quadro:</b> teorema di Pearson, bontà dell'adattamento ad una curva teorica di probabilità, test sulla indipendenza stocastica di due variabili aleatorie, relazione con il test sulla proporzione, modifica nel caso di stima di parametri.  | Frontale | 4h<br>1h |
| 5. | <b>Regressione lineare:</b> metodo dei minimi quadrati, retta di regressione, proprietà degli stimatori del coefficiente angolare e dell'ordinata all'origine, test sulla indipendenza del correttore dal predittore, analisi dei residui e coefficiente di determinazione, coefficiente di correlazione lineare.   | Frontale | 2h<br>1h |
| 6. | <b>Complementi di calcolo delle probabilità:</b> matrice di covarianza, funzioni caratteristiche e loro proprietà, funzioni caratteristiche delle principali distribuzioni di probabilità, criterio di indipendenza basato sulle funzioni caratteristiche, leggi normali multivariate e loro densità, operatori di proiezione ortogonale e loro caratterizzazione geometrica, teorema di Cochran.   | Frontale | 3h       |
| 7. | <b>Regressione lineare multipla:</b> stimatori dei coefficienti e loro proprietà, test sulla indipendenza parziale e globale dai predittori, predizione tramite la regressione lineare (valori attesi ed intervalli di confidenza), analisi del modello, caso di errore con varianza non costante, esempi di trasformazione di modelli non lineari in modelli lineari.  | Frontale | 2h<br>1h |

8.	<b>Analisi della varianza:</b> test sulla media per n campioni, formula di Huygens per la somma delle variazioni, tabella ANOVA per esperimenti ad un fattore, analisi della varianza per esperimenti a due fattori con e senza repliche e relative tabelle ANOVA, cenni sul caso generale.	Frontale	4h 1h
9.	<b>Correlazione normale:</b> stimatore di massima verosimiglianza per il coefficiente di correlazione e trasformata di Fisher.	Frontale	2h 1h
10.	<b>Inferenza statistica Bayesiana:</b> legge a priori e a posteriori, stimatore di Bayes, stimatore di massima verosimiglianza a posteriori.	Frontale	4h 1h
11.	<b>Processi stocastici:</b> funzioni di transizione, principali processi stocastici continui e discreti, processo dei tempi di attesa.	Frontale	2h
12.	<b>Catene di Markov:</b> definizione, classificazione degli stati di una C.M., problemi di assorbimento, catene di nascita e morte, problema della rovina del giocatore, probabilità invarianti, teorema di Markov, criterio di regolarità, l'algoritmo di Metropolis, simulated annealing e ottimizzazione stocastica.	Frontale	4h 2h
13.	<b>Metodi Monte Carlo:</b> legge dei grandi numeri e teorema del limite centrale, velocità di convergenza, generazione di numeri casuali, moto browniano, limite diffusivo della passeggiata aleatoria.	Frontale	4h 2h

---

#### Risultati di apprendimento (descrittori di Dublino)

---

Alla fine del corso, gli studenti dovranno aver conseguito le seguenti abilità, conoscenze e competenze:

**Conoscenza e capacità di comprensione:** Lo studente al termine del corso dovrà dimostrare conoscenza sufficiente degli argomenti oggetto del corso stesso, l'acquisizione del linguaggio proprio della disciplina e la capacità di comprendere percorsi ipotetico-deduttivi. In particolare, al termine del corso, lo studente dovrà dimostrare di conoscere risultati e metodi fondamentali in statistica, di comprendere e approfondire un argomento della letteratura in materia e riproporlo in modo chiaro ed accurato.

**Conoscenza e capacità di comprensione applicate:** Lo studente dovrà essere in grado di affrontare e risolvere problemi applicativi relativi agli argomenti teorici trattati nel corso. Inoltre dovrà essere in grado di utilizzare il linguaggio matematico e applicare le conoscenze acquisite nella risoluzione di esercizi e di problemi teorici nuovi, ricercando le tecniche più adatte e applicandole opportunamente.

**Autonomia di giudizio:** Lo studente dovrà acquisire la capacità di adoperare gli strumenti matematici più idonei alla risoluzione dei problemi affrontati. Pertanto dovrà essere in grado di produrre proposte atte a interpretare correttamente problematiche complesse nell'ambito della statistica e sue

applicazioni. Inoltre dovrà essere in grado di formulare autonomamente giudizi pertinenti sull'applicabilità di modelli statistici e stocastici a situazioni teoriche e/o concrete.

**Abilità comunicative:** Lo studente dovrà acquisire la capacità di presentare argomenti, problemi, idee e soluzioni con chiarezza e accuratezza, sia in forma orale che in forma scritta. Inoltre dovrà essere in grado di motivare chiaramente la scelta delle strategie, dei metodi e dei contenuti, nonché degli strumenti computazionali adottati.

**Capacità di apprendere:** Il corso prevede che lo studente acquisisca, anche in autonomia mediante la consultazione di testi idonei o attraverso gli spunti di riflessione indicati a lezione, le conoscenze matematiche necessarie al proprio percorso di studi e che apprenda come i concetti teorici trattati possano essere applicati a casi concreti.

---

#### Testi per lo studio della disciplina

---

##### Testi di riferimento:

[1] P. Baldi *Calcolo delle probabilità e statistica*, McGraw-Hill.

[2] R. Scozzafava *Incertezza e probabilità*, Zanichelli.

[3] A. Rotondi, P. Pedroni, A. Pievatolo *Probabilità Statistica e Simulazione*, Springer.

##### Testi per approfondimento:

[4] S. R. S. Varadhan, *Stochastic processes*, AMS.

[5] D. C. Montgomery, G. C. Runger *Applied statistics and probability for engineers*, J. Wiley.

---

#### Metodi e strumenti per la didattica

---

Il corso alterna lezioni frontali a esercizi svolti in classe.

---

#### Modalità di accertamento delle competenze

---

L'accertamento delle competenze avverrà attraverso un unico colloquio orale individuale la cui durata è indicativamente pari a 1 ora. Gli esaminandi saranno ripartiti in più giornate, secondo un calendario determinato nel giorno dell'appello ovvero, se possibile, anticipatamente sulla base delle prenotazioni pervenute. La calendarizzazione sarà in tal caso opportunamente pubblicizzata. Per la partecipazione alla prova d'esame è richiesta la preventiva prenotazione sul sito di Facoltà. Il colloquio verterà sia sugli aspetti teorici trattati durante il corso che su quelli più propriamente applicativi. Per quanto concerne questi ultimi, la discussione della parte pratica prevede l'esposizione di un elaborato prodotto dallo studente nel corso delle lezioni e inerente uno o più degli aspetti applicativi trattati durante il corso.

Il voto sarà dato in trentesimi e varierà da 18/30 a 30/30 con lode. L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento delle conoscenze, competenze e abilità indicati. Il voto sarà espresso, secondo il seguente schema di valutazione:

- Ottimo (30- 30 e lode): Ottima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Ottima capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare nuove problematiche. Eccellenti capacità espositive.

- Molto buono (26-29): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Buona capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare nuove problematiche. Ottime capacità espositive.

- Buono (24-25): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Discreta capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare nuove problematiche. Buone capacità espositive.

- Discreto (21-23): Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti e nell'affrontare nuove problematiche.
- Sufficiente (18-20): Conoscenza minima degli argomenti trattati e limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti.
- Insufficiente: Manca di una conoscenza accettabile degli argomenti trattati e non dimostra una sufficiente capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi.

---

#### Date di esame

---

Le date di esame saranno pubblicate sulla pagina web del corso di laurea:

[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/index.php?view=easytest&\\_lang=it](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/index.php?view=easytest&_lang=it)

---

#### Modalità e orario di ricevimento

---

Il ricevimento è previsto nei giorni di lezione presso lo studio 1 del Plesso di Ingegneria e Architettura, previo appuntamento fissato per e-mail con la docente.

---

<sup>i</sup> PO (professore ordinario), PA (professore associato), RTD (ricercatore a tempo determinato), RU (Ricercatore a tempo indeterminato), DC (Docente a contratto).