



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2024/2025		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2024/2025		
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	STATISTICA E DATA SCIENCE		
<b>INSEGNAMENTO</b>	PROCESSI STOCASTICI E RETI STOCASTICHE C.I.		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	23832		
<b>MODULI</b>	Si		
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	SECS-S/01, SECS-S/06		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	ADELFO GIADA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	ADELFO GIADA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
	TUMMINELLO MICHELE	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	12		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	1		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>ADELFO GIADA</b> Martedì 11:00 13:00 ex DSSM secondo piano Giovedì 11:00 13:00 ex DSSM secondo piano <b>TUMMINELLO MICHELE</b> Lunedì 14:00 16:00 Studio/Laboratorio: primo piano, ex DSSM Martedì 14:00 16:00 Studio/Laboratorio: primo piano, ex DSSM		

DOCENTE: Prof.ssa GIADA ADELFINO

<b>PREREQUISITI</b>	Vettori in $R^n$ e proprietà. Algebra delle matrici. Elementi di calcolo differenziale per funzioni di più variabili Reali. Elementi di programmazione R or Python. Conoscenze di Statistica inferenziale ed elementi di Calcolo delle Probabilità
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>1. Conoscenza e comprensione: Alla fine del corso, lo studente dovrà mostrare la conoscenza e comprensione dei principali argomenti del corso, in particolare relative al linguaggio specifico della teoria della probabilità e ai fondamenti dei processi stocastici. Inoltre, si considera la capacità di i) identificare e discutere le proprietà di una rete, a livello microscopico, mesoscopico e macroscopico; ii) identificare le caratteristiche di un sistema reale complesso e descrivere le interazioni tra gli elementi del sistema attraverso un modello di rete.</p> <p>2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Essere in grado di applicare la loro conoscenza e comprensione nell'affrontare problemi di incertezza attraverso modelli stocastici adeguati. In particolare lo studente deve essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• classificare un processo stocastico;</li><li>• interpretare diverse forme di dipendenza stocastica;</li><li>• descrivere un pattern causale con dipendenze spazio-temporali attraverso un modello teorico adeguato.</li></ul> <p>Inoltre, ci si riferisce alla capacità di utilizzare il software Python o R per i) descrivere le proprietà principali di una rete - in particolare le strutture emergenti e caratterizzarle in termini di attributi dei nodi e delle connessioni; ii) costruire modelli di evoluzione di una rete; iii) simulare processi che avvengono su una rete.</p> <p>3. Autonomia di giudizio: Essere in grado di riconoscere con criticità gli elementi significativi in un problema di incertezza, valutando la bontà degli strumenti probabilistici usati per affrontare il problema. In aggiunta, si intende la capacità di analisi di un sistema reale attraverso la selezione di un modello di rete appropriato, un modello di evoluzione di rete adeguato e indicatori e misure appropriati.</p> <p>4. Abilità comunicative: Essere in grado di spiegare le caratteristiche degli strumenti probabilistici introdotti durante il corso, evidenziando la loro utilità in contesti applicativi, presentando i risultati in modo professionale attraverso grafici e fogli di calcolo.</p> <p>5. Capacità di apprendimento: Essere in grado di: 1) Consultare la letteratura scientifica di base nazionale ed internazionale; 2) aumentare le conoscenze acquisite nel corso frequentando corsi di livello superiore; 3) condurre ricerche e analisi nel campo della scienza delle decisioni tramite modelli di rete.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	L'esame consiste di due parti, relative ai due moduli insegnati. Per il modulo di Processi Stocastici, il test prevede di lavorare su un progetto relativo agli argomenti legati all'uso dei processi stocastici a partire da dati reali, preparare un breve report sul progetto (lunghezza massima di 10 pagine) e svolgere una presentazione orale descrivendone il contenuto. Per il modulo di Reti Stocastiche, l'esame consiste nel lavorare su un progetto relativo allo studio di un sistema reale che ammetta una rappresentazione di rete, preparare un breve report sul progetto (lunghezza massima di 10 pagine) e svolgere una presentazione orale descrivendone il contenuto. Entrambi i progetti vengono concordati con i docenti dei due moduli. Per il modulo di Processi Stocastici, sarà assegnato un voto sufficiente quando lo studente mostra conoscenza e comprensione degli argomenti almeno nelle linee generali (definizione dei concetti) e abbia competenze applicative minime, consistenti nella esemplificazione di casi concreti semplici. Per il modulo di Reti, sarà assegnato un voto sufficiente agli studenti che dimostrano la loro capacità di descrivere le principali proprietà della rete e la sua evoluzione, utilizzando le metriche considerate durante il corso. Per entrambi i moduli, quanto più l'esaminando dà evidenza, nella prova orale, delle sue capacità argomentative ed espositive, nonché di proprietà di linguaggio e di padronanza degli argomenti trattati, tanto più la valutazione sarà positiva. Il voto finale è la media aritmetica dei voti ottenuti in entrambi i moduli.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Il corso si svolgerà con lezioni frontali e laboratori in R o Python, coinvolgendo attivamente gli studenti alla risoluzione dei quesiti

**MODULO  
NETWORKS E OTTIMIZZAZIONE**

*Prof. MICHELE TUMMINELLO*

**TESTI CONSIGLIATI**

M. Newman, Networks: An Introduction, Oxford University Press.  
A.L. Barabasi, Network Science, Cambridge University Press.  
D. Easley and J. Kleinberg, Networks, Crowds and Markets, Cambridge University Press.

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	84544-Discipline Matematico-applicate
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	108
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	42

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO. 1) costruire un modello di rete di un sistema reale e riconoscerne la struttura; 2) rappresentare vettorialmente lo spazio delle soluzioni di un problema di ottimizzazione della modularita e usare metodi di ottimizzazione stocastici e euristici per la ricerca di soluzioni subottimali; 3) definire algoritmicamente un modello di evoluzione di una rete; 4) definire algoritmicamente un modello di diffusione su una rete 5) descrivere il ruolo delle comunita' in una realizzazione del modello SIR; 6) rappresentare un set di dati reale attraverso una rete bipartita e analizzarne le proprieta'.

**PROGRAMMA**

ORE	Lezioni
2	Introduzione alle reti. Il problema dei 7 ponti di Konigsberg. La rete elettrica e il grande black-out del 1996 nell'ovest degli USA.
2	Rappresentazione di reti: reti pesate, reti direzionali, reti bipartite
2	Analisi descrittiva e metriche: grado, centralita', page rank, coefficiente di clustering, assortativita'.
2	Distribuzione del grado, reti senza scala tipica.
2	Modello di Albert-Barabasi e quello di Dorogovtsev
4	Introduzione ai processi stocastici su reti. Modelli di campo medio: modelli SI, SIS e SIR.
2	Simulated annealing, algoritmi genetici, ricerca taboo e ottimizzazione estrema per l'ottimizzazione della modularita.
2	Processi su networks per la ricerca di comunita': Il metodo infomap
2	Caratterizzazione di comunita' attraverso l'uso di attributi dei vertici
2	Reti bipartite e loro proiezioni
2	Reti Statisticamente Validate
ORE	Esercitazioni
2	Micro-motivi nelle reti e loro implicazioni per l'analisi di reti complesse reali: chiusura triadica e cliques in reti di comunicazione e nelle reti criminali.
4	Diffusione su reti: simulazioni e comparazione con le previsioni del modello SIR
3	Diffusione su reti con struttura controllata di comunita' (modello di Lancichinetti): simulazioni e comparazione con le previsioni del modello SIR
4	Applicazione del metodo Infomap per la ricerca di comunita' (anche gerarchicamente organizzate) in reti reali complesse.
5	Applicazione delle reti statisticamente validate in ambito antifrode (dati ad alta dimensione)

## MODULO PROCESSI STOCASTICI

*Prof.ssa GIADA ADELFFIO*

### TESTI CONSIGLIATI

G. R. Grimmett, D. R. Stirzaker (2001). Probability and Random Processes (Third Edition). Oxford University Press.  
(capitoli 3, 4 e 6 - paragrafi 6.1-6.4, 6.7-6.9, capitoli 7, 8, 11- paragrafi 11.1 e 11.2, capitolo 12- paragrafi 12.1 e 12.4)  
Baddeley et al. (2015) Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R. Crc Press  
Dobrow R. (2016) Introduction to Stochastic Processes With R. John Wiley & Sons, Inc

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	84542-Discipline Statistiche
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	108
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	42

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso mira a fornire una preparazione di base con l'introduzione di alcuni concetti utili per l'uso avanzato della teoria dei processi stocastici (PS) in parametro discreto e continuo, focalizzando l'attenzione su alcuni modelli piu' frequentemente impiegati nelle scienze applicate. Pertanto, al termine del corso, gli studenti saranno in grado di applicare le leggi fondamentali della teoria della probabilita' e collegarle alla teoria dei PS. Inoltre, gli studenti saranno in grado di definire correttamente un PS, di distinguere tra la diverse natura di un PS (discreta o continua) e capire le loro peculiarita' e le loro possibili applicazioni. In particolare, gli studenti possiederanno le principali questioni relative alla teoria dei PS (proprietà distributive, stima, interpretazione) riuscendo anche a comprendere i possibili collegamenti tra diversi processi e ad analizzarne le principali caratteristiche attraverso il software R.

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Introduzione ai processi stocastici, proprietà e definizioni
6	Catene di Markov a tempo discreto e proprietà
4	Martingale Discrete e Continue ed esempi di applicazione
4	Catene di Markov a tempo continuo e teoria delle code
2	Processi Gaussiani e Moto Browniano
4	Processi spazio-temporali e processi di punto

  

ORE	Esercitazioni
4	Esempi di Catene di Markov con R
4	Catene di Markov continue e applicazioni in R
2	Moto Browniano in R
4	Processi Spaziali e spazio-temporali
4	Processi di punto in R