



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Matematica e Informatica
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2019/2020
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2019/2020
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INFORMATICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	ECONOFISICA
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20903-Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18163
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	FIS/07
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	MANTEGNA ROSARIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO NUNZIO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	48
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	ECONOFISICA - Corso: PHYSICS ECONOFISICA - Corso: FISICA
<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>MANTEGNA ROSARIO NUNZIO</b> Martedì 15:00 17:00 Studio del docente presso l'Edificio 18 di Viale delle Scienze previa comunicazione email all'indirizzo rosario.mantegna@unipa.it Professor's office located at Building 18 in Viale delle Scienze upon previous email agreement to rosario.mantegna@unipa.it

DOCENTE: Prof. ROSARIO NUNZIO MANTEGNA

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenza di base di un linguaggio di programmazione di alto livello.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscere i concetti base della teoria della probabilita' e della sua applicazione a sistemi aperti e non in equilibrio. Conoscere concetti elementari della Statistica. Apprendere il concetto di test statistico. Avere padronanza dei concetti di base nella descrizione di variabili stocastiche. Apprendere il concetto di modello ad agente. Alla fine del corso lo studente deve essere in grado di individuare quali concetti di fisica statistica, probabilistici e di computer science sono utili per affrontare l'analisi e la modellizzazione di sistemi complessi di origine fisica, finanziaria, economica, sociale e socio-tecnica. La verifica dell'apprendimento di queste capacita' sara' effettuata con periodiche prove in cui lo studente sara' chiamato ad affrontare l'analisi e la modellizzazione di alcuni classici sistemi complessi di natura economica e finanziaria.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Capacita' di riconoscere i sistemi complessi in cui potere effettuare un'analisi e modellizzazione in termini dei concetti di fisica statistica, probabilistici e statistici. Capacita' di accedere a basi di dati monitoranti i sistemi complessi e di effettuare un opportuno pre-processing degli stessi dati.</p> <p>Autonomia di giudizio: Capacita' di valutare il grado di approssimazione legato ad una particolare teoria fisica usata nel descrivere sistemi complessi di natura economica e finanziaria.</p> <p>Abilita' comunicative: Capacita' di esporre gli aspetti chiave del processo di modellizzazione di un sistema complesso.</p> <p>Capacita' d'apprendimento: Essere in grado di comprendere i concetti fisici, economici e probabilistici alla base della descrizione di sistemi complessi di natura economica e finanziaria.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La valutazione e' basata su (a) una serie di esercitazioni da svolgere a casa assegnati durante il corso; (b) nella preparazione di una relazione su un tema concordato dal docente con ciascuno studente e (c) in una prova orale. La relazione dovra' contenere una breve introduzione teorica all'argomento, ed una descrizione di un caso di studio osservato in un sistema reale oppure una simulazione di un modello.</p> <p>La prova orale consiste in un esame-colloquio in cui il candidato dovra' dimostrare di avere compreso i temi e concetti sviluppati durante il corso. Le valutazioni di cui ai punti (a), (b) e (c) concorrono con ugual peso alla determinazione del voto finale.</p> <p>La valutazione finale, opportunamente graduata, sara' formulata sulla base delle seguenti condizioni:</p> <p>a) Conoscenza di base di temi e concetti di Econofisica e relazione su un tema svolta in maniera sufficiente (18-22);</p> <p>b) Conoscenza buona di temi e concetti di Econofisica e relazione su un tema svolta in maniera buona (23-26);</p> <p>c) conoscenza approfondita di temi e concetti di Econofisica e relazione su un tema svolta in maniera approfondita (27-30 e lode);</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>1) fare acquisire la conoscenza del procedimento metodologico della fisica statistica nell'analisi, caratterizzazione e modellizzazione di sistemi finanziari ed economici.</p> <p>2) fare acquisire concetti di probabilita' e di processi stocastici utili nell'analisi e modellizzazione di sistemi complessi di natura finanziaria ed economica.</p> <p>3) avvicinare gli studenti alle tematiche di ricerca mettendoli nella condizione di valutare propriamente la letteratura internazionale sulle ricerche che hanno per oggetto sistemi complessi di natura finanziaria, economica, fisica e socio-tecnica utilizzando concetti di fisica statistica e metodologie di analisi fisica e di data mining.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	L'attivita' didattica prevede lezioni frontali e svolgimento guidato di esercizi. Le prime hanno lo scopo di fornire le conoscenze di base su temi e concetti di Econofisica. Lo svolgimento guidato di esercizi consentira' di familiarizzare con le tematiche del corso e di applicare i concetti studiati a casi reali utilizzando approcci teorici e computazionali.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Testo consigliato</p> <p>1) Mantegna, Rosario Nunzio, and Harry Eugene Stanley. An introduction to Econophysics: correlations and complexity in finance. Cambridge university press, 2000.</p> <p>Testo per approfondimento</p> <p>2) Frantisek Slanina – Essentials of Econophysics modelling – Oxford university Press 2014.</p>

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione – Precedenti storici – L'introduzione della funzione d'utilità di Daniel Bernoulli – Il Gravity model di Jan Tinbergen – La corrispondenza tra Walras e Poincaré - Il retroterra culturale dell'econofisica – Lo sviluppo dell'econofisica in Italia e nel mondo. Il concetto dei “fatti stilizzati” – Fatti stilizzati in finanza – Fatti stilizzati univariati e multivariati - Fatti stilizzati in economia – Il concetto di assenza di opportunità di arbitraggio – Il contributo di Bachelier – Le prime verifiche quantitative ed i test econometrici – L'ipotesi del mercato efficiente.
2	Introduzione al moto Browniano - Il moto Browniano geometrico. - Cenni sui processi stocastici con memoria finita – Proprietà elementari del processo di Ornstein-Uhlenbeck.
2	Processi Levy stabili – Il teorema del limite centrale – Il teorema del limite centrale generalizzato - Processi stocastici correlati long range
2	Processi stocastici con conditional heteroskedasticity – I processi ARCH, GARCH e FIGARCH.
2	Geometria frattale – Frattali geometrici – Frattali statistici – Mono-frattali e Multi-frattali - La descrizione di fisica statistica dei multifrattali - Modelli multifrattali della dinamica dei rendimenti di un bene finanziario.
2	Modelli della dinamica stocastica dei rendimenti e della volatilità – Variabili stocastiche subordinate – I processi di Levy troncati - Pregi e limiti del modello multifrattale. Invarianza temporale di una serie dei rendimenti dei prezzi di un bene finanziario.
2	Risk management ed eventi estremi nei mercati finanziari. Statistica degli eventi estremi. Classi di processi stocastici caratterizzati dallo stesso tipo di eventi estremi. Distribuzioni di Gumbel, Weibull and Fréchet. Distribuzione generalizzata degli eventi estremi. Bacino di attrazione di classi di processi stocastici. Value at Risk ed expected shortfall.
2	Il libro degli ordini (order book) nei principali mercati finanziari – Fatti stilizzati degli order book. Liquidità manifesta e liquidità implicita – Modelli fisici di order book – Modelli di reaction-diffusion – Modelli di order book dynamics come processi stocastici moltiplicativi - Microstruttura dei mercati finanziari - Impatto di una transazione sulla dinamica del prezzo – Adverse selection
2	Il modello Roll model. Il modello di Kyle. Lo “zero intelligence” model - Volume weighted average price – Sottomissione ottimale di ordini di acquisto e di vendita.
2	Il trading effettuato da calcolatori (algorithmic trading) e flash crashes. Scale temporali dell'algorithmic trading. Diffusione dell'algorithmic trading. Frammentazione dei mercati finanziari. Il flash crash del 6 Maggio 2010. Regolamentazione dei mercati.
2	I prodotti derivati – Futures e opzioni – Opzioni europee e americane – Il modello di Black and Scholes – Analogo fisico del modello di Black and Scholes – Limiti del modello di Black and Scholes.
2	Correlazione tra i rendimenti di beni finanziari – Ottimizzazione di portafoglio – La soluzione classica di Markowitz: (i) il caso di beni rischiosi e (ii) beni rischiosi con un bene privo di rischio. Problemi legati alla stima empirica della matrice di covarianza e/o di correlazione.
2	Analisi delle componenti principali di matrici di covarianza e correlazione
2	Concetti base della teoria delle matrici random – Densità spettrale degli autovalori di un processo Gaussiano random multivariato. Densità di Marcenko-Pastur degli autovalori di una matrice di correlazione.
2	Autovalori e autovettori informativi “vestiti di rumore”. Filtraggio di una matrice di correlazione rispetto ad una ipotesi nulla.
2	Stima della matrice di covarianza o di correlazione nei dati di alta frequenza. Stima della correlazione di serie temporali non sincrone. L'Epps effect. Stimatori della correlazione basati su trasformate di Fourier e sulla metodologia di Hayashi-Yoshida. Il concetto del curse of dimensionality e il concetto dello shrinkage.
2	L'entropia di Kullback-Leibler. Misura dell'entropia di Kullback-Leibler tra matrici di correlazione.
2	Cenni sui fenomeni critici – Transizioni di fase continue e discontinue – Percolazione - Il concetto di scaling.
2	La modellizzazione con modelli ad agente in fisica, biologia, economia e finanza. Il modello di Schelling.
2	Modelli ad agente in finanza.
2	Il minority game – Aspetti fisici ed aspetti economici del minority game – Ragionamento induttivo confrontato con il ragionamento deduttivo – Parametro d'ordine nel minority game – Caratterizzazione delle differenti fasi nel minority game.
2	Leggi di potenza nei sistemi complessi. Legge di Zipf in linguistica, economia e biologia. Legge di Gibrat nei sistemi complessi. Modelli per la legge di Zipf. La legge di Gibrat e i processi stocastici moltiplicativi. Leggi di potenza in fenomeni dinamici: la legge di Omori.
2	Leggi di potenza in fenomeni dinamici: la legge di Omori.
2	Impatto delle notizie nella formazione del prezzo di un bene in un mercato finanziario. Aggregazione dell'informazione dovuta ad eventi endogeni ed esogeni in un mercato finanziario. Qualità delle news e sentiment convogliato in esse. Metodologie automatizzate di sentiment analysis. Relazioni trimestrali ed impatto sui prezzi.