UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Fisica e Chimica - Emilio Segrè
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2015/2016
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2016/2017
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	FISICA
INSEGNAMENTO	ECONOFISICA
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20901-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	18163
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/07
DOCENTE RESPONSABILE	MANTEGNA ROSARIO NUNZIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	98
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	52
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**MANTEGNA ROSARIO NUNZIO** 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

PREREQUISITI	
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione: Conoscere i concetti base della teoria della probabilità e della sua applicazioni 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 capacità sarà effettuata con periodiche prove in cui lo studente sarà chiamato ad affrontare l'analisi e la modellizzazione di alcuni classici sistemi complessi di natura economica e finanziaria. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Capacità di riconoscere i sistemi complessi in cui potere effettuare un'analisi e modellizzazione in termini dei concetti di fisica statistica, probabilistici e statistici. Capacità di accedere a basi di dati monitoranti i sistemi complessi e di effettuare un opportuno pre-processing degli stessi dati. Autonomia di giudizio: Capacità di valutare il grado di approssimazione legato ad una particolare teoria fisica usata nel descrivere sistemi complessi di natura economica e finanziaria. Abilità comunicative: Capacità di esporre gli aspetti chiave del processo di modellizzazione di un sistema complesso. Capacità 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.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Elaborato scritto. Prova Orale.
OBIETTIVI FORMATIVI	- Acquisire la conoscenza del procedimento metodologico della fisica statistica nell'analisi, caratterizzazione e modellizzazione di sistemi finanziari ed economici. - Acquisire concetti di probabilità e di processi stocastici utili nell'analisi e modellizzazione di sistemi complessi di natura finanziaria ed economica. - Avvicinare gli studenti alle tematiche di ricerca portandoli a realizzare semplici analisi e sviluppare semplici modelli di un sistema finanziario, economico, fisico, o socio-tecnico utilizzando i concetti di fisica statistica e le metodologie di analisi fisica e di data mining discusse nel corso.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali. Esercitazioni in aula.
TESTI CONSIGLIATI	1) Mantegna, Rosario Nunzio, and Harry Eugene Stanley. An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance. Cambridge University Press, 2000. 2) Bouchaud, Jean-Philippe, and Marc Potters. Theory of financial risk and derivative pricing: from statistical physics to risk management. Cambridge University Press, 2003. 3) Frantisek Slanina – Essentials of Econophysics modelling – Oxford University Press 2014.

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 moto Browniano – Il concetto di assenza di opportunità di arbitraggio – Il contributo di Bachelier – Le prime verifiche quantitative ed i test econometrici –
2	Il moto Browniano geometrico.- Processi stocastici con memoria finita – Il processo di Ornstein-Ulehnbeck – Processi Lévy stabili – Il teorema del limite centrale – Il teorema del limite centrale generalizzato - Processi stocastici correlati long range – 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 nei mercati finanziari.
2	Modelli di dinamica dei rendimenti e di volatilità stocastica – Variabili stocastiche subordinate – I processi di Lévy troncati - Pregi e limiti del modello multifrattale. Invarianza temporale di una serie dei rendimenti dei prezzi di un bene finanziario.
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.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
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 – Modeli di order book dynamics come processi stocastici moltiplicativi - Microstruttura dei mercati finanziari - Impatto di una transazione sulla dinamica del prezzo – Adverse selection – 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. Frazionamento dei mercati finanziari. Il flash crash del 6 Maggio 2010. Regolamentazione dei mercati.
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 Frechet. Distribuzione generalizzata degli eventi estremi. Bacino di attrazione di classi di processi stocastici. Value at Risk ed expected shortfall.
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.
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 – Analisi multivariata classica – Analisi fattoriale - Concetti base della teoria delle matrici random – Densità spettrale degli autovalori di un processo Gaussiano random multivariato. Autovalori informativi e autovalori "vestiti di rumore". Filtraggio di una matrice di correlazione rispetto ad una ipotesi nulla.
2	Concetti base di clustering gerarchico. Il clustering gerarchico effettuato con i metodi del single linkage, average linkage e complete linkage. Il metodo del k-means . Alberi gerarchici – Filtraggio di una matrice di similarità con metodi di clustering gerarchico.
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 osservato nei mercati finanziari. Stimatori della correlazione basati su trasformate di Fourier e sulla metodologia di Hayashi-Yoshida. Il concetto del course of dimensionality e il concetto dello shrinkage.
2	Reti basati su misure di similarità - Minimum spanning trees and the Planar Maximally Filtered Graph. Reti ottenute da coefficienti di correlazione parziale. Reti ottenute utilizzando test di valutazione statistica.
2	Fenomeni critici – Transizioni di fase continue e discontinue - Il modello di Ising unidimensionale e bidimensionale – Percolazione - Il concetto di scaling.
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	Il concetto di rete complessa. Il modello di Erdos-Renyi (reti random) – La distribuzione del grado di una rete random - La distribuzione di grado di una rete scale free – Sei gradi di separazione - Small world networks – Scale free networks – Il modello di Barabasi-Albert.
2	Reti complesse in sistemi fisici, economici, sociali, biologici e socio-tecnici. Metriche per l'analisi e modellizzazione delle reti complesse – Coefficiente di clustering locale e globale - Betwenness – k-motifs – Analisi dei k-motifs – Concetto di "comunità" in una rete complessa - Rischio sistemico – La crisi del 2007-2008. Modelli di rischio sistemico basati su reti complesse. DebtRank. Il mercato interbancario. Il metodo di massima entropia.
2	Leggi di potenza nei sistemi complessi. Legge di Zipf in linguistica, economia e biologia. Legge di Gibrat nei sistemi complessi. Modelli fisici per la legge di Zipf. La legge di Gibrat e i processi stocastici moltiplicativi.
2	La modellizzazione con modelli ad agente. Modelli ad agente per la generazione di reti complesse. Modelli ad agente in finanza. Modelli ad agente in macro-economia.

ORE	Esercitazioni
2	Esercitazione su test quantitativi dell'ipotesi del mercato efficiente.
2	Esercitazione sul pricing di futures ed opzioni europee.
2	Esercitazione sull'analisi e modellizzazione di eventi estremi.
2	Esercitazione sulla Principal Component Analysis e su Random Matrix Theory.
2	Esercitazione su hierarchical clustering, e su reti basate su misure di similarità.
2	Esercitazione sull'analisi e modellizzazione di reti complesse.