

# Syllabus

- Dynamical processes on complex networks
- La metodologia Monte Carlo per la valutazione di contratti finanziari e assicurativi
- Modellizzazione e ottimizzazione di problemi di decisione con applicazione in ambito finanziario e pensionistico
- Actuarial research with Artificial Neural Networks
- Sistemi pensionistici NDC
- Climate Change Risk Management in Finance and Insurance
- Claim Reserving Modelling and Capital Requirement for reserve risk
- Complex networks

# Dynamical processes on complex networks

The course aims to provide a basic description of some dynamic processes on networks. Emphasis will be placed on information diffusion, epidemic processes, non-conservative processes, and behavior adoption mechanisms. The concepts of resilience and vulnerability of a network to external stress will be emphasized. Collective dynamics and synchronization phenomena in networks will be mentioned, as well as the idea of balance for signed networks. The concepts will be supported by application examples of different types. Finally, the R igraph package for network analysis will be presented.

The course can be divided into six thematic modules, indicatively of three hours each.

**Module 1:** Diffusive processes on networks. Random walks and Markov chains. Non-Conservative diffusion. Application to social and trade networks.

**Module 2:** Epidemic models on networks. Compartmental scalar and networked models. Dynamics of failure propagation. Application to the inter-bank network of credit relations.

**Module 3:** Behavior adoption and opinion formation processes. Recommender Systems. Application to online social networks.

**Module 4:** Resilience and robustness of networks. Vulnerability measures. Application to cybersecurity and transportation networks.

**Module 5:** Synchronization in complex networks. Resonance phenomena. Collective behaviors. Application to endogenous business cycles.

**Module 6:** Signed networks in social sciences. Global and local balance. Application to geopolitical international networks and correlation networks in finance.

In each module, some of the concepts will be illustrated using the R software.

---

# La metodologia Monte Carlo per la valutazione di contratti finanziari e assicurativi

Prof. Luca Passalacqua

Il corso verrà svolto in 24 ore, organizzate in 4 moduli giornalieri.

Programma del corso

1 - Il Metodo Monte Carlo

1.1 Integrazione numerica. Quadrature di Newton e quadrature di Gauss. Polinomi ortogonali.

1.2 I principi del metodo Monte Carlo.

1.3 Numero di simulazioni e precisione numerica, distorsione, efficienza, ottimalità.

1.4 Generatori di numeri aleatori uniformi. Problematiche. Qualità dei generatori.

1.5 Generazione di numeri aleatori secondo distribuzioni prefissate. Casi di riferimento.

1.6 La simulazione di processi stocastici “in avanti” e “all’ indietro” . Lo schema di Eulero.

1.7 Moti browniani multivariati e decomposizione di Cholesky.

2 - Applicazione ad alcuni modelli di riferimento

2.1 la simulazione per il modello di Black e Scholes.

2.2 la simulazione per i modelli di tipo “jump-diffusion” di Merton e Kou.

2.3 la simulazione per il modello di Cox, Ingersoll e Ross.

2.4 la simulazione per il modello di Heston.

2.5 la simulazione per modelli di tipo frequency-severity.

3 - Precisione e tempo di calcolo

3.1 Il metodo delle variabili antitetiche.

3.2 Il metodo della variabile di controllo. Il caso delle opzioni asiatiche.

3.3 Campionamento per importanza. La tecnica dell’ exponential twisting.

3.4 Il Monte Carlo in ambito di calcolo parallelo.

4 - Least Squares Monte Carlo

4.1 La valutazione di opzioni americane. Il metodo di Longstaff e Schwartz

4.2 La valutazione del Solvency Capital Requirement. Monte Carlo annidato e metodo Least Squares Monte Carlo.

Principali riferimenti bibliografici

A. Quarteroni, R. Sacco, F. Salieri, *Matematica numerica*, Springer, Milano, 2008.

P. Glasserman, *Monte Carlo methods in financial engineering*, Springer, New York, 2004.

R. Korn, E. Korn, G. Kroisandt, *Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance*, Chapman and Hall/CRC Press, 2010.

A. J. McNeil, R. Frey, P. Embrechts, *Quantitative risk management*, Princeton University Press, Princeton, 2005.

R. Y. Rubinstein, D. P. Kroese, *Simulation and the Monte Carlo Method*, Wiley, Hoboken, 2017.

# Modellizzazione e ottimizzazione di problemi di decisione con applicazione in ambito finanziario e pensionistico

Prof. Federica Ricca

Il corso tratta la formulazione matematica di problemi di decisione come modelli di ottimizzazione. Vengono presentate classi di modelli di programmazione matematica per particolari categorie di problemi combinatori difficili e diverse loro varianti, anche multiperiodo e con variabili decisionali di natura discreta. Vengono analizzati modelli specifici per la risoluzione di problemi in ambito finanziario e pensionistico, come modelli di Asset–Liability Management, Fund Allocation e Portfolio Selection. Vengono dati anche cenni su reti e modelli di ottimizzazione su reti.

# Actuarial research with Artificial Neural Networks: theoretical foundations and applications to Life and Non-Life Insurance modeling

Dr. Mario Marino, Ph.D.

Assistant professor (Rtd-A), Department of Economics, Business, Mathematics  
and Statistics “Bruno De Finetti” , University of Trieste.

## *Description*

The course offers the theoretical foundations concerning Artificial Neural Networks and their use in actuarial assessments for the Life and Non-Life insurance business.

- Mathematical foundations of Artificial Neural Networks and the Statistical Learning Theory;
- Deep Artificial Neural Networks and representation learning;
- Tuning and training: optimization techniques, backpropagation, and computational details;
- How to develop an Artificial Neural Network model using the R software.
- Pricing of Non-Life insurance products using Artificial Neural Networks and comparison with GLM-based techniques;
- Mortality forecasting with Artificial Neural Networks and implications for the longevity risk measurement;

# Sistemi pensionistici NDC: punti di forza e di debolezza. Possibili aggiustamenti ed integrazioni

Prof. Massimiliano Menzietti

Brevi richiami di tecnica delle assicurazioni sociali  
Criticità di un sistema PAYG: Equità attuariale e sostenibilità

DB vs DC e NDC

Adeguatezza e solidarietà  
Eterogeneità della mortalità  
Meccanismi (automatici) di  
aggiustamento

Combinazione di prestazioni  
Progetti di ricerca in corso  
Conclusioni, possibili sviluppi,  
bibliografia

# Climate Change Risk Management in Finance and Insurance

## *Topics:*

- *Transition and physical risks*
- *The evolving regulatory landscape for climate change risk assessment*
- *Design and utilisation of company-specific business use cases to frame climate change risk assessment exercises*
- *Data and tools for climate change risk assessment*
- *Main climate-risk based metrics: Climate VaR, Climate-based volatility estimation and others*

# Claim Reserving Modelling and Capital Requirement for reserve risk

Prof. Gian Paolo Clemente, Dott. Francesco Della Corte

- Cenni ai metodi deterministici per la riservazione
- Cenni alla valutazione market consistent delle passività
- La valutazione stocastica: approccio a totale run-off
- Mack Model e Bootstrap
- Framework one-year
- Merz Wuthrich formula e Re-Reserving
- SCR per reserve risk: Partial Internal Model vs Standard Formula (USP/MW)
- Cenni alla riservazione individuale

Al termine del Corso verrà previsto un assessment dei dottorandi frequentanti.



# Complex Networks

Prof. Giulia Rotundo

Introduction to complex networks: historical traits, definition of graphs/networks, targeted problems, most used centrality measures. Review of software packages and repositories.

Network topology. Most used network models: Erdos–Renyi, Wats–Strogatz, Barabasi–Albert, rich club, onion, core–pheriphery, bipartite networks. Showcases from published papers suitable for project works.

Assortativity: design of networks, the role of assortativity in resilience under random and targeted attacks and in the spread of contagions.

Motives, clusters, communities. Algorithms and softwares. Literature results.