

NETWORKS/1

(ECONOMICS+SUSTAINABILITY)



RICERCATORI:

Prof. Diego Garlaschelli (Director)
Dr. Tiziano Squartini
Dr. Angelo Facchini
Dr. Rossana Mastrandrea

LABORATORIO
NETWORKS

Attività di Ricerca



La mission. L'attività di ricerca della unit NETWORKS si concentra sulla struttura e sulla dinamica di reti complesse che emergono dall'intricata interconnessione dei costituenti di sistemi di grandi dimensioni. Reti complesse appaiono naturalmente in sistemi finanziari, economici, sociali, neurali, biologici e tecnologici. Le nostre metodologie combinano approcci teorici, basati sulla fisica statistica, sulla matematica discreta e sulla scienza della complessità, con approcci di data science, incentrati sulle proprietà empiriche delle reti reali. Data la forte interdisciplinarietà della nostra ricerca, collaboriamo regolarmente con esperti di altri campi.

Ricerca teorica:

- Modelli matematici e fisici di reti complesse;
- Analisi di reti a scale multiple;
- Metodi di pattern detection, coarse-graining e semplificazione di reti complesse;
- Data Science, Big Data analytics e data compression per reti e sistemi complessi.

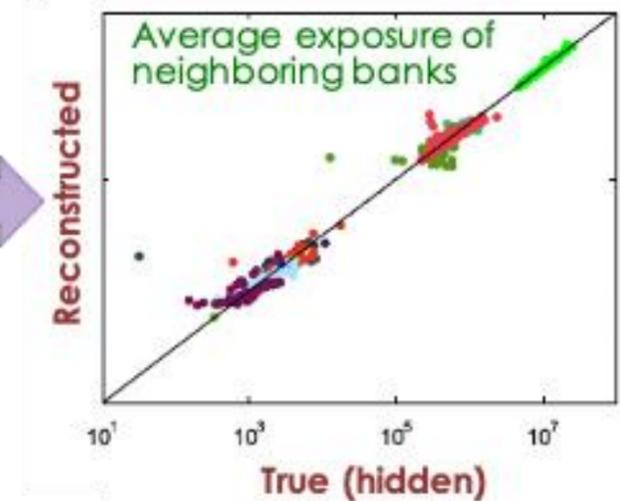
Ricerca applicata:

- Reti finanziarie: ricostruzione di legami finanziari da dati parziali (o limitati da privacy);
- Early-warning signals: identificazione di possibili instabilità in sistemi finanziari e bancari;
- Modellizzazione economica: analisi di reti economiche con struttura non banale;
- Energia e sviluppo sostenibile: smart grids, sistemi di accumulo, economia circolare e sostenibilità urbana.



Ricostruzione e analisi di reti finanziarie ed economiche da informazione parziale

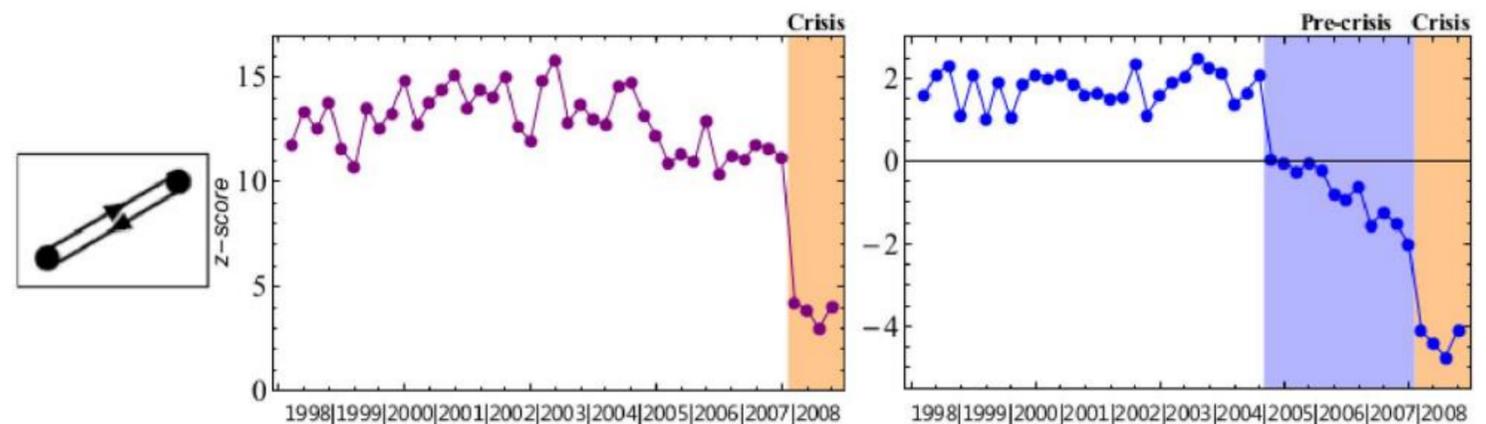
- Uso di proprietà locali per ricostruire relazioni tra banche o imprese rispettando la privacy;
- Stima di rischio sistemico su reti economiche e finanziarie.



T Squartini, D Garlaschelli, "Maximum-Entropy Networks", Springer (2017);
T Squartini, G Caldarelli, G Cimini, A Gabrielli, D Garlaschelli, Physics Reports 757: 1-47 (2018).

Identificazione di early-warning signals in reti finanziarie

- Confronto con modelli nulli per identificare cambiamenti strutturali in reti finanziarie;
- Sviluppo di indicatori premonitori di criticità.

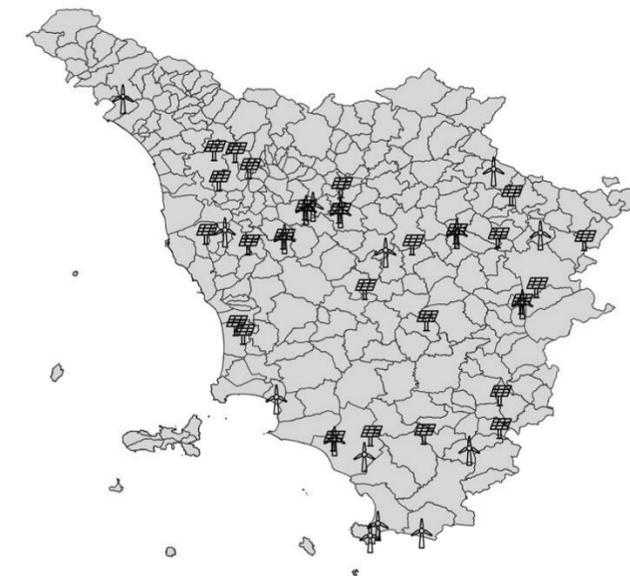


T Squartini, I van Lelyveld, D Garlaschelli, Scientific Reports 3: 3357 (2013);
S Battiston, J Doyne Farmer, A Flache, D Garlaschelli, A G Haldane, H Heesterbeek, C Hommes, C Jaeger, R May, M Scheffer, Science 351 (6275), 818-819 (2016).



Energia rinnovabile in Toscana: ottimizzazione degli investimenti

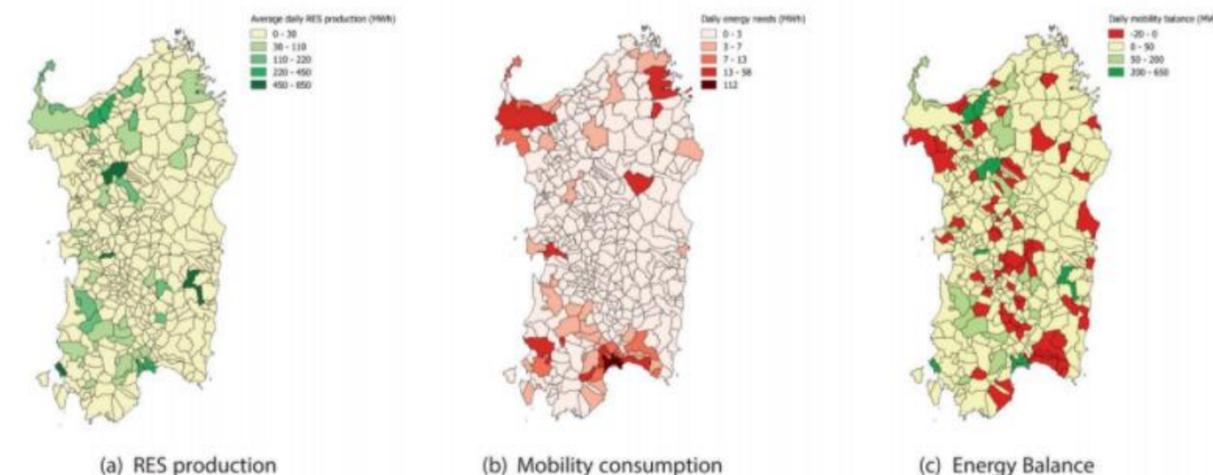
- Aumento della capacità di generazione con impatto minimo sulla rete elettrica;
- Massimizzazione della generazione fotovoltaica ed eolica;
- Individuazione dei punti di generazione ottima e supporto alla decisione per investimenti in fonti rinnovabili.



Fonte: Facchini, Rubino, Scala, Surmonte, Perna,
“A Data-driven approach to renewable energy source planning at regional level”,
Energy Sources, Part B (under revision).

Supporto alla mobilità elettrica

- Caso studio già sviluppato per la Sardegna (pronto per la replicazione in Toscana);
- Alimentazione della mobilità elettrica solo con energie rinnovabili, anche in caso di completa eliminazione dei veicoli a gasolio e benzina.



Fonte: Mureddu, Facchini, Scala, Caldarelli, Damiano,
“A Complex Network Approach for the Estimation of the
Energy Demand of Electric Mobility”,
Scientific Reports (2018).

Strumenti, Tecnologie e Servizi



L'expertise dei membri della unit NETWORKS si concretizza nella capacità di definire modelli matematici (gli *strumenti*) per lo studio di una vasta gamma di fenomeni reali. Tali modelli sono, dapprima, tradotti in codici mediante l'utilizzo di opportuni software (e.g. Matlab, Python - le *tecnologie*) e, successivamente, resi pubblici per offrire i *servizi* elencati.

Analisi di reti finanziarie ed economiche: ricostruzione e rischio sistemico

- Sviluppo di metodi di ricostruzione di connessioni tra banche o imprese a partire da informazione parziale;
- Sviluppo di early-warning indicators di cambiamenti strutturali in reti economiche e finanziarie;
- Modelli multiscala di reti economiche.

Sviluppo di software per

- *stability analysis* - analisi e monitoraggio della fragilità di reti economiche e finanziarie reali;
- *stress-testing* - simulazione di eventi catastrofici su reti economiche e finanziarie reali e studio dei relativi effetti (e.g. propagazione di shock e conseguente analisi della distribuzione delle perdite);
- *policy-making* - simulazione di scenari per la recovery phase (e.g. reindirizzamento di investimenti a seguito di cambiamenti strutturali).

Analisi di sistemi ambientali ed energetici: sostenibilità e transizione ecologica

- Uso di Big Data per lo sviluppo di politiche di sostenibilità urbana, decarbonizzazione e integrazione di fonti rinnovabili nel territorio;
- Metabolismo urbano, circolarità delle città e delle regioni urbane;
- Efficienza energetica e povertà energetica: vulnerabilità di imprese e popolazione rispetto alla transizione ecologica;
- Smart grids, sistemi di distribuzione dell'energia, transizione energetica, comunità energetiche, mercati e politiche di gestione;
- Impatto delle tecnologie blockchain sui sistemi energetici.

Possibili
applicazioni e
collaborazioni



Collaboratori naturali della unit NETWORKS sono le banche e le imprese interessate alla valutazione dei cosiddetti *network effects* sulle attività da loro condotte: esempi di tali effetti sono la propagazione di shock dovuti al fallimento di qualche ente, l'impatto dei cosiddetti "fallimenti a cascata" (laddove presenti), l'aumento del rischio sistemico dovuto a partnership non riportate nei dati. Accanto allo studio di tali effetti "negativi", la unit NETWORKS offre servizi di consulenza per la loro mitigazione (e.g. reindirizzamento di investimenti).

Reti tra imprese e analisi di propagazione di stress:

- Collaborazione in corso con grandi banche per analisi di reti di transazioni tra imprese;
- Analisi di rischio di propagazione di shocks tra imprese (ad es. crisi COVID).

Indicatori di Circolarità Urbana:

- Attività in corso con la collaborazione di EnelX;
- Supporto e analisi per la transizione ecologica.

Portafogli Energetici:

- Collaborazione in corso con ENI SpA;
- Supporto alla decisione per progettazione, pianificazione e installazione di impianti rinnovabili;
- Supporto alle imprese e comunità energetiche su decarbonizzazione e strategie di autoconsumo.

Mobilità elettrica:

- Collaborazione con Regione Sardegna;
- Supporto alle decisioni per pubbliche amministrazioni e imprese operanti nel car sharing;
- Posizionamento ottimo delle infrastrutture di ricarica.

BRAiNS:

- Supporto alle imprese per la pianificazione e la gestione real-time delle comunità energetiche e smart grid.

Per maggiori informazioni



Ufficio di Trasferimento Tecnologico della Scuola IMT Alt Studi di Lucca

Sede: Piazza San Ponziano 6 - 55100 Lucca, LU

Sito web: <https://www.imtlucca.it/>

E-mail: projects@imtlucca.it

Per maggiori informazioni



Ufficio Regionale di Trasferimento Tecnologico

Sede: Via Luigi Carlo Farini, 8 - 50121 Firenze, FI

E-mail: urtt@regione.toscana.it