



SYRTO

SYstemic Risk **T**Omography
*Signals, Measurements, Transmission Channels,
and Policy Interventions*

Misure econometriche di connettività e rischio sistemico nei settori finanziario e assicurativo europei

Monica Billio, Loriana Pelizzon

SYRTO WORKING PAPER SERIES

Working paper n. 10 | 2014



This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement n° 320270.

This document reflects only the author's view. The European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.

Misure econometriche di connettività e rischio sistemico nei settori finanziario e assicurativo europei¹

Monica Billio e Lorian Pelizzon, Università Ca' Foscari Venezia

1. Introduzione

La crisi finanziaria del 2007-2009 ha creato un rinnovato interesse per il rischio sistemico, un concetto originariamente associato a crisi bancarie e valutarie che politici e regolatori continuano a ritenere non identificabile a priori.

Al fine di inquadrare al meglio il fenomeno è opportuno partire dalla sua definizione. Sfortunatamente al rischio sistemico non ne è ancora stata attribuita una universalmente riconosciuta. Tutti concordano comunque sul fatto che, nonostante il rischio sistemico sia difficile da definire, una volta che ci si trova in sua presenza, lo si riconosce. Volendo optare per una definizione più formale: *“il rischio sistemico è un insieme di circostanze che minacciano la stabilità o la fiducia nello stesso sistema finanziario”*².

Questa definizione ci consente di fare due considerazioni. La prima riguarda l'ambito: come detto, originariamente, il rischio sistemico si considerava associato a crisi bancarie e crisi valutarie, ora la sua pertinenza deve essere estesa ad altri strumenti finanziari e, soprattutto, ad altri settori includendo oltre alle banche anche assicurazioni, *hedge funds*, *brokers*, *money market funds* ecc.

La seconda considerazione riguarda la portata del fenomeno. Il rischio sistemico nasce e si propaga all'interno del sistema finanziario nel suo complesso che, per definizione, è un insieme di istituzioni fra loro interrelate. Proprio la rete di relazioni fra gli operatori finanziari è alla base del concetto di rischio sistemico. Non possiamo pertanto considerare come sistemico il fallimento di qualche banca locale, ma possiamo considerare come tale il fallimento di un singolo fondo se pesantemente e profondamente interconnesso con il sistema.

Partendo dal fatto che il sistema finanziario è caratterizzato dalle relazioni fra le istituzioni che ne fanno parte, l'obiettivo di questo lavoro di ricerca è di rilevare il grado di connessione fra i diversi ambiti finanziari (bancario, assicurativo, *hedge funds* e *brokers*) e fra le diverse istituzioni che ne fanno parte. In più, rilevando come questa rete di connessioni varia nel tempo, siamo in grado di

¹ Il lavoro di ricerca che ha portato ai risultati descritti è stato finanziato dalla Commissione Europea, nell'ambito del Settimo Programma Quadro, FP7/2007-2013, *grant agreement* SYRTO-SSH-2012-320270. Ringraziamo i partecipanti alla First SYRTO Conference, Giugno 2013 Brescia, e Lorenzo Frattarolo, Francesco Cusin e Matteo Sottocornola per l'eccellente lavoro di supporto alla ricerca.

² Per definizioni alternative si faccia riferimento all'analisi della letteratura sul rischio sistemico condotta da De Bandt e Hartmann (2000).

evidenziare gli schemi evolutivi che possano essere utilizzati come premonitori dell'approssimarsi di eventi sistemici.

Al fine di mappare le relazioni fra le istituzioni sono utilizzati test di casualità alla Granger, che permettono non solo di identificare le relazioni ma anche di assegnare loro una direzionalità, in modo da valutare quale istituzione influenzi un'altra, la reciprocità degli effetti e quale area fra le 4 oggetto di analisi è maggiormente soggetta ad originare eventi, che si possano facilmente propagare alle altre aree e quindi riguardare l'intero sistema.

L'ambito al quale applicheremo il modello sarà costituito da un panel di istituzioni scelte fra banche, assicurazioni, *hedge funds* e *brokers* operanti nell'eurozona allargata, intendendo con essa i principali mercati europei. Saranno quindi inclusi, oltre ai titoli denominati in Euro, anche quelli quotati nelle principali valute europee quali la sterlina inglese, il franco svizzero e le corone norvegesi e svedesi.

Le variabili che saranno utilizzate sono i rendimenti mensili dei titoli azionari per banche, assicurazioni e *brokers* e il rendimento mensile dei fondi stessi per gli *hedge funds*. L'orizzonte temporale considerato è di 15 anni (da Gennaio 1996 a Dicembre 2010). La scelta di utilizzare dati di mercato rispetto alle informazioni contabili è motivata dalla necessità di utilizzare informazioni più aggiornate possibili: i rendimenti di mercato riflettono, infatti, le informazioni molto più rapidamente delle variabili contabili.

2. Misure di rischio sistemico

L'effetto del rischio sistemico è rappresentato dalla crisi di un intero settore. Rischi che portano a eventi di tale vastità sono dovuti a molteplici fattori che difficilmente possono essere rappresentati mediante singole metriche.

Partendo da quest'assunto e volendo focalizzarci sulle crisi finanziarie in generale (indipendentemente dalle cause che le hanno generate) possiamo prendere in considerazione le "4 L" che meglio ne rappresentano i tratti essenziali: *Leverage*, *Liquidity*, *Losses* e *Linkages*. La letteratura propone diverse misure relative alle prime³, tuttavia, volendoci concentrare solo su eventi di tipo sistemico, rimane il fatto che l'unico vero elemento comune è il coinvolgimento dell'intero sistema finanziario, quindi le connessioni ed interazioni fra i vari *stakeholders*. Riteniamo pertanto che una misura che miri a

³ Esistono numerose misure di liquidità per strumenti finanziari scambiati sui mercati. Si veda ad esempio Amihud and Mendelson (1986), Brennan, Chordia and Subrahmanyam (1998), Chordia, Rolland Subrahmanyam (2000, 2001, 2002), Glosten and Harris (1988), Lillo, Farmer, and Mantegna (2003), Lo, Mamaysky, and Wang (2001), Lo and Wang (2000), Pastor and Stambaugh (2003), and Sadka (2006). Per strumenti finanziari non pubblicamente scambiati come gli *hedge funds*, Lo (2001) and Getmansky, Lo, and Makarov (2004) propongono la *serial correlation* quale misura della loro liquidità. Billio, Getmansky and Pelizzon (2011) utilizzano *Large-Small* e *VIX factors* come approssimazione della liquidità degli *hedge funds*. Implicazioni di carattere sistemico delle perdite sono misurate tramite CoVaR (Adrian and Brunnermeier, 2010) e SES (Acharya, Pedersen, Philippon, and Richardson, 2011).

rappresentare il rischio sistemico non possa prescindere da una rilevazione del grado di connessione fra gli attori che operano sul mercato.

Le misure da noi adottate sono perciò quelle proposte da Billio, Getmansky, Lo e Pelizzon (2012) che prendono in considerazione tutte e 4 le dimensioni prima sottolineate. Da un punto di vista teorico è stato appurato che la probabilità di rilevanti problemi finanziari è legata al grado di correlazione fra le *holding* finanziarie, alla loro sensitività alle variazioni dei prezzi sui mercati e delle condizioni economiche, al livello di concentrazione dei rischi assunti da queste istituzioni e al grado di connessione esistente fra le *holding* stesse ed il resto dell'economia⁴.

Al fine di stimare il grado di connessione sono state recentemente proposte 3 misure: da Adrian and Brunnermeier (2010) il *conditional value-at-risk* (CoVaR), da Acharya, Pedersen, Philippon, and Richardson (2011) il *systemic expected shortfall* (SES), e da Huang, Zhou, and Zhu (2011) il *distressed insurance premium* (DIP). SES misura la perdita attesa di ogni istituzione finanziaria condizionandola alla situazione di sofferenza delle altre istituzioni operanti sul mercato. CoVaR esprime il classico *Value at Risk* di un'istituzione condizionandolo alle sofferenze degli altri operatori di mercato. DIP misura i premi assicurativi richiesti per coprire le perdite del sistema bancario.

Le tre misure hanno in comune il focus sulla dimensione delle perdite in periodi in cui diverse istituzioni presentano situazioni di sofferenza. Sebbene i 3 approcci sembrino rappresentare correttamente le esposizioni sistemiche, la loro dipendenza dalle perdite diffuse porta ad una serie di considerazioni sulla loro reale applicabilità ed efficacia. In prima istanza, risulta evidente come i risultati siano pesantemente influenzati dalla corretta rappresentazione nelle serie storiche delle perdite sistemiche. Secondariamente, la rapida evoluzione finanziaria ha portato all'allargamento del settore finanziario classico includendo aree prima non comprese e i cui *player* non hanno mai sperimentato in passato gravi perdite simultanee, causate da fattori comuni. Inoltre, essendo misure basate sulla probabilità, esse dipendono in ogni caso dalla volatilità, e questa tende a essere bassa nei momenti di crescita e prosperità, per aumentare notevolmente subito prima e durante i periodi di crisi. Questo consente di affermare che tali misure di connettività non sono utili previsori di situazioni di crisi, perché forniscono una stima distorta verso il basso del livello di rischio sistemico fino a quando non si verifica un eccesso di volatilità nel mercato. Queste misure quindi forniscono l'informazione sulla situazione di crisi sistemica solo contemporaneamente alla crisi stessa.

Avendo l'obiettivo di definire misure che possano servire da indicatori preventivi, andremo a proporre un approccio basato sulla applicazione di test di causalità alla Granger.

Le misure ottenibili tramite questo tipo di test permetteranno di rappresentare il

⁴ Si veda ad esempio: Acharya and Richardson (2009), Allen and Gale (1994, 1998, 2000), Battiston, Delli Gatti, Gallegati, Greenwald, e Stiglitz (2009), Brunnermeier (2009), Brunnermeier e Pedersen (2009), Gray (2009), Rajan (2006), Danielsson, Shin, and Zigrand (2011), e Reinhart and Rogoff (2009).

grado di correlazione all'interno del sistema in modo incondizionato, cioè non dipendente dal verificarsi di determinati eventi quali le perdite significative contemporanee delle istituzioni operanti nel mercato, alle quali i 3 approcci precedentemente fanno riferimento. Il modello ha inoltre il vantaggio di superare una serie di limitazioni dei modelli in precedenza esposti, primo fra tutti il problema della disponibilità e della qualità delle serie storiche relative a istituzioni che sono diventate altamente correlate solo negli ultimi anni. In più, le misure di connettività hanno il pregio di identificare anche connessioni tra i soggetti appartenenti al *network* che non abbiano mai sperimentato perdite simultanee.

Un ulteriore aspetto positivo di queste misure è che la causalità alla Granger prevede una dimensione temporale che può rivelarsi molto utile nella definizione di predittori. Le altre misure forniscono infatti dei valori che si basano sulle relazioni "contemporanee" al momento della valutazione, mentre la causalità alla Granger pone in relazione i valori passati di una variabile con i valori futuri di una seconda variabile (e quindi i rendimenti passati di un'istituzione con i rendimenti futuri di un altro intermediario finanziario nel nostro caso).

Da ultimo, tramite i test alla Granger siamo anche in grado di definire la direzione del legame fra due entità. Questa peculiarità consente di evidenziare i responsabili e le direzioni di propagazione degli eventi.

2.1 Il modello di causalità di Granger: definizione e misure

I test di causalità alla Granger sono test d'ipotesi statistica utili ad identificare un nesso di causalità basato sul reciproco potere previsionale di due serie storiche.

In altre parole, la serie storica j si dice che causa nel senso di Granger una seconda serie storica i se i valori storici di j contengono informazioni utili a predire in modo più preciso il comportamento di i rispetto a quanto ottenibile basandosi sui soli dati storici di i stessa.

In un mercato finanziario efficiente, caratterizzato da assenza di asimmetria informativa, nel breve periodo le variazioni dei prezzi degli *asset* dovrebbero essere indipendenti dalle variazioni passate di altri prezzi, pertanto il test di causalità alla Granger non dovrebbe rilevare alcun nesso causale. Tuttavia, in presenza di vincoli dettati da obblighi regolamentari o altre frizioni nei mercati⁵, l'ipotesi di indipendenza cade permettendo di rilevare legami di causalità fra i rendimenti degli *asset* finanziari e conseguente prevedibilità degli stessi. Queste stesse "frizioni" rendono difficilmente eliminabile tramite arbitraggio tale prevedibilità dei rendimenti e pertanto il loro grado di causalità può essere visto come un'approssimazione della possibile propagazione degli *shocks* fra le istituzioni operanti nel mercato, come suggerito da Danielsson, Shin, e Zigrand

⁵ Esempi possono essere: *Value at Risk*, costi nelle transazioni, vincoli di concessione di credito, costi di raccolta e trattamento delle informazioni, restrizioni regolamentari nello *short-selling*.

(2011), Battiston et al. (2009) e Buraschi et al. (2010). Aggiungiamo inoltre che, come mostrato da Castiglionesi, Periozzi e Lorenzoni (2009) e Battiston et al. (2009), tale effetto di propagazione è tanto più amplificato quanto sono strette le relazioni fra gli operatori finanziari.

L'identificazione del network di relazioni di causalità, nel senso di Granger, tra le istituzioni finanziarie coinvolte nell'analisi permette quindi di cogliere la propagazione nel sistema finanziario degli eccessi di variabilità nei rendimenti delle stesse istituzioni.

Definiamo il seguente indicatore della presenza di causalità:

$$(j \rightarrow i) \begin{cases} 1 \text{ if } j \text{ Granger causa } i \\ 0 \text{ altrimenti} \end{cases}$$

e assumiamo che $(j \rightarrow j) \equiv 0$ ossia che j non causi nel senso di Granger se stesso.

Questa funzione sarà usata per definire le connessioni all'interno di un sistema finanziario costituito da N istituzioni da cui deriviamo le seguenti 4 misure di connettività.

- 1- **Grado di causalità alla Granger (DGC):** Rappresenta la percentuale di relazioni Granger-causali statisticamente significative rispetto al totale delle relazioni possibili fra le $N(N-1)$ coppie di istituzioni finanziarie che compongono il sistema.
- 2- **Numero di connessioni.** Per determinare l'importanza sistemica di una singola istituzione, cioè quanto e come un soggetto influenza ed è influenzato dal sistema saranno calcolati:
 - #Out:** il numero di istituzioni finanziarie che sono significativamente causate nel senso di Granger dall'istituzione j ;
 - #In:** il numero di istituzioni finanziarie che significativamente causano nel senso di Granger l'istituzione j ;
 - #In+Out:** è la somma delle due misure precedentemente descritte.
- 3- **Numero di connessioni settoriali.** Queste misure di connettività sono costruite analogamente a quelle riportate al punto 2 con l'aggiunta del vincolo di non-appartenenza al medesimo settore. In altre parole la connessione, se significativa, viene conteggiata solo se unisce un'istituzione con una appartenente ad un diverso settore.
- 4- **Vicinanza.** Misura il cammino più breve tra un'istituzione finanziaria e le altre istituzioni da essa direttamente o indirettamente raggiungibili.

Le misure in precedenza definite sono applicate ai rendimenti dei soggetti inclusi nell'analisi. Come già anticipato essi sono stati suddivisi in 4 categorie, rispettivamente banche, assicurazioni, *brokers* e *hedge funds*, al fine di studiare la dinamica della propagazione degli shock all'interno del sistema finanziario e valutare la salute delle diverse istituzioni finanziarie.

Una trattazione estesa e formale della relazione di causalità alla Granger e delle misure in precedenza descritte è riportata nell'appendice metodologica al presente articolo.

3. La costruzione del panel e la definizione del *dataset* di riferimento

Per l'analisi sono stati utilizzati i rendimenti mensili di banche, assicurazioni, *brokers/dealers* e *hedge funds*. Punto di partenza sono state le serie storiche dei rendimenti giornalieri dei titoli oggetto d'analisi reperiti tramite la piattaforma Bloomberg mediante il processo di seguito descritto.

Banche: per questo segmento si è scelto di utilizzare il criterio di classificazione ICB (*Industry Classification Benchmark*) che prevede una dettagliata suddivisione in categorie e sottocategorie sulla base alle seguenti 4 voci: *industry*, *supersector*, *sector* e *subsector*. Le banche inserite nel nostro gruppo di analisi rientrano nell'*industry financials* e *supersector*, *sector* e *subsector banks*.

Prime Brokers: Poiché questi intermediari finanziari offrono un ampio spettro di servizi spesso assimilabili a quelli offerti dalle istituzioni bancarie, la soglia che determina la classificazione di un'istituzione in una categoria o nell'altra è labile e soggettiva, dipendente cioè dall'importanza attribuita alle attività da essi svolte e da quali categorie di attività sono considerate preponderanti ai fini della classificazione. Questa alea espone ad un elevato rischio di selezionare la medesima istituzione finanziaria in entrambe le categorie di fatto duplicandole.

Ci siamo avvalsi della definizione fornita da Reichart (2011): un *prime broker* fornisce servizi quali "*asset rising*", "*financing & securities lending*", compensazione, custodia di attività dei clienti, supporto al *risk management* degli *hedge funds*.

Il criterio di classificazione che meglio risponde alla definizione fornita è la GICS (*Global Industry Classification Standard*). Basandoci su questo sono stati selezionati tramite Bloomberg le istituzioni appartenenti a *financial/diversified financial* e *diversified capital markets*.

Questa classificazione, unitamente ad un test di consistenza che elimini una serie storica per ogni coppia *broker*-assicurazione che presenti un grado di correlazione superiore al 99%, ha consentito di ottenere una base dati solida.

Assicurazioni: Per la categoria assicurazioni riferendosi sempre alla *Industry Classification Benchmark* sono state selezionate le aziende appartenenti all'*industry financials*, *supersector insurances* e settori *nonlife insurance* e *life insurance*. Si evidenzia che *nonlife insurance*, oltre a comprendere aziende che offrono copertura assicurativa totale include anche *broker* assicurativi e compagnie di riassicurazione.

Hedge Funds: Il primo criterio di selezione degli *hedge funds* applicato è stato quello della localizzazione geografica. Sono stati inclusi nell'analisi gli *hedge funds* attivi a livello europeo, ossia i fondi le cui quote sono scambiate in euro, franco svizzero, sterlina inglese e corone norvegesi e svedesi. Il secondo criterio utilizzato è stato quello degli *asset under management*: sono stati selezionati solo gli *hedge funds* con un *total asset value* superiore al miliardo di euro.

Una volta reperiti i dati grezzi, al fine di predisporre un database utile ad effettuare i calcoli sul grado di connettività delle istituzioni è stato necessario convertire tutti i valori espressi in valute diverse dall'euro in euro ed effettuare il calcolo dei rendimenti mensili per un totale di 180 osservazioni (12 osservazioni mensili per 15 anni).

In seguito sono state definite le 144 finestre temporali di analisi (su base 36 mesi). Il numero delle osservazioni è apparentemente incoerente con l'intervallo di 15 anni su cui sono stati raccolti i dati. L'apparente differenza è spiegata dal fatto che i dati reperiti riguardano i prezzi dei titoli dai quali sono stati ricavati successivamente i rendimenti, pertanto per definire un set di rendimenti mensili su una finestra di 36 mesi occorrono 37 dati di chiusura mensile di cui uno non sarà successivamente disponibile.

Sono quindi state eliminate all'interno di ogni finestra di 36 mesi tutte le serie storiche incomplete, e si sono analizzate con i test alla Granger solo istituzioni che presentano dati completi. Quest'ultimo passaggio, necessario all'applicazione del test di causalità, comporta che all'interno delle finestre di analisi il numero delle istituzioni analizzate non è costante.

Al fine di garantire un elevato grado di robustezza all'analisi sono considerate come significative tutte e sole le relazioni con un livello di confidenza del 5%.

4. Evidenze empiriche

Questa sezione presenta i risultati ottenuti dal calcolo delle misure definite in precedenza. L'analisi riporta in primo luogo il numero totale di connessioni e poi si focalizza sull'analisi delle relazioni fra le istituzioni finanziarie appartenenti ai diversi settori.

Analizzando il numero totale di connessioni, ossia la misura del grado di causalità alla Granger, è possibile notare come, in coerenza con lo studio proposto da Billio et al. (2012) sul mercato americano, il numero di connessioni normalizzate (ossia la percentuale di connessioni sul totale di quelle possibili) cresce in modo sostanziale dall'inizio alla fine del periodo di osservazione. Si passa da un 5,5% delle prime finestre di osservazione, quelle comprese tra gli anni 1996 e 1999, fino al 9% degli ultimi periodi osservati, ossia quelli che comprendono al loro interno gli anni 2008, 2009 e 2010, con punte che si avvicinano al 10% durante la crisi finanziaria vissuta dagli Stati Uniti nel 2007-2009, i cui effetti si sono poi ripercossi anche sugli altri mercati (Rif. Figura 1).

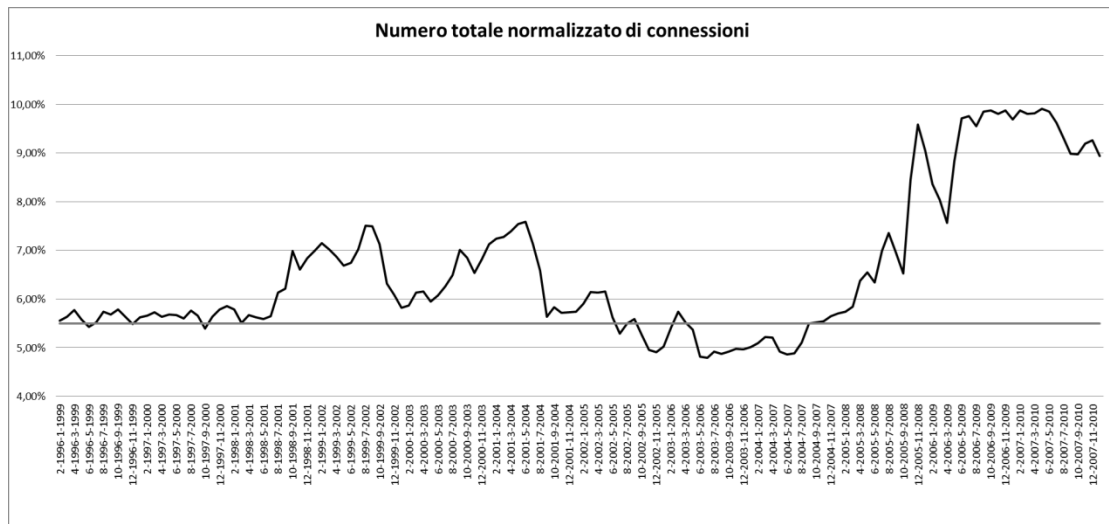


Figura 1: Numero di connessioni come percentuale sul totale delle connessioni possibili. Questo grafico rappresenta la serie storica delle relazioni di causalità alla Granger, con un livello di significatività del 5%, tra i rendimenti di tutte le istituzioni finanziarie ed assicurative presenti nel network di soggetti analizzati per delle *rolling window* di ampiezza 36 mesi, all'interno del periodo di osservazione che va dal febbraio 1996 al dicembre 2010. Il numero di connessioni è rappresentato dalla DGC ed è rappresentato dalla linea spezzata, contro una soglia di 0,055, cioè il 95esimo percentile della distribuzione ottenuta mediante simulazione e sotto l'ipotesi di assenza di relazioni di tipo causale, rappresentata dalla retta orizzontale. Il numero di connessioni è stato stimato per ciascuna osservazione utilizzando un modello autoregressivo e filtrando l'eteroschedasticità attraverso un modello GARCH (1,1).

L'evoluzione dei mercati finanziari intesa come semplificazioni normative, deregolamentazione, aumento del livello di competitività, internazionalizzazione degli intermediari finanziari, abbattimento delle barriere settoriali ed evoluzione dei prodotti possono giustificare il generale aumento del grado di connettività registrato nel periodo di osservazione. Queste ragioni non sono però sufficienti a giustificare la variabilità delle relazioni registrata all'interno del periodo stesso.

Al fine di approfondire gli andamenti delle relazioni nel dettaglio, all'interno dei 15 anni di osservazioni sono stati analizzati 5 intervalli selezionati in base al valore relativo delle relazioni ed i risultati sono presentati in Figura 2.

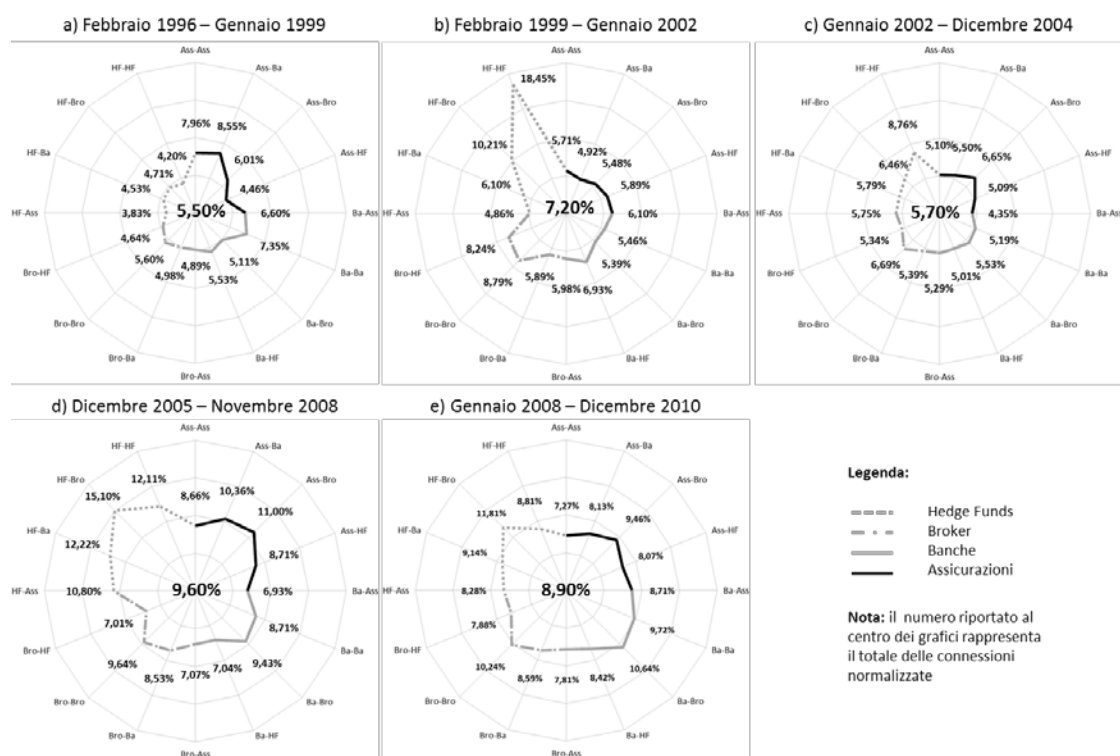


Figura 2: Misure di connettività tra le varie tipologie di intermediari per i periodi: a) febbraio 1996-gennaio 1999; b) febbraio 1999-gennaio 2002; c) gennaio 2002-dicembre 2004 d) dicembre 2005-novembre 2008; e) gennaio 2008-dicembre 2010. Le misure di connettività inserite in questo grafico sono la #In e la #Out per tutte le varie categorie di intermediari. Con questo tipo di rappresentazione grafica è possibile notare quale tipologia di istituzione svolga un ruolo di primo piano nel sistema, in quanto la vicinanza o la lontananza dal centro dei vari punti stanno ad indicare quanto la prima categoria di intermediari Granger causi la seconda. Non essendo ancora archiviati i problemi della crisi finanziaria del 2007-2009 e in attesa di ciò che sarebbe successo in seguito (la crisi del debito sovrano europeo) possiamo notare come le misure del grado di connettività all'interno del sistema fungano effettivamente da indicatori del livello di rischio sistemico. Vediamo infatti che il grado di connettività complessivo è aumentato, la linea rossa che unisce i vari punti si è infatti allargata rispetto ai periodi passati e tutte le categorie di intermediari Granger causano o sono causate (sempre nel senso di Granger) da un numero più elevato di soggetti appartenenti al network che abbiamo analizzato.

Osserviamo come per il primo periodo (febbraio 1996 - gennaio 1999), caratterizzato dall'assenza di particolari tensioni sui mercati, il numero di connessioni è contenuto, attorno al 5,5% con un contributo consistente da parte del comparto assicurativo.

La situazione cambia passando ad analizzare il grafico b) della Figura 2, che rappresenta l'andamento delle connessioni nel periodo 02/99-01/02. Le principali variazioni riguardano un aumento del numero delle connessioni e un cambio fra i "protagonisti": il ruolo principale è assunto dagli *hedge funds* che incrementano in modo esponenziale il numero delle relazioni all'interno del gruppo di appartenenza. I razionali di tale aumento vanno ricercati nelle tensioni accumulate nei mercati finanziari in quel periodo partendo dal *crash* del fondo LTCM nel 1998 e nei successivi tentativi di salvataggio tramite ricapitalizzazione, arrivando al 2001 dove si è assistito allo scoppio di una delle più famose bolle speculative degli ultimi tempi: la bolla delle *dot-com*. Questi due eventi hanno

investito un numero rilevante di istituzioni venendo a configurarsi come eventi di portata sistemica ai quali aggiungere l'iniziale debolezza dell'Euro protrattasi fino alla metà del 2002 quando la moneta unica ha raggiunto la parità con il dollaro americano.

Il successivo periodo (Figura 2, grafico c) presenta un sostanziale bilanciamento verso l'alto del numero di connessioni tra i vari intermediari, e il numero di connessioni normalizzate raggiunge il valore massimo di 9,5% nella finestra temporale che va dicembre 2005 a Novembre 2008 (Figura 2, grafico d) mantenendosi prossimo al 9% anche nella quinta e ultima finestra di osservazione (Figura 2, grafico e). A spiegazione del picco di connessioni ricordiamo che, nel 2008, si sono verificate la crisi statunitense sui mutui subprime sfociata in una crisi finanziaria globale e il fallimento di Lehman Brothers che ha portato alla paralisi del sistema per mancanza di liquidità.

L'ultimo periodo infine, che va dal gennaio 2008 al dicembre 2010, vede un limitato attenuarsi del numero di connessioni: la crisi del debito sovrano tuttora in atto cominciava a dare i primi segnali di allarme già nel 2010, periodo in cui è stata messa in discussione la stabilità della Grecia e la sua solvibilità.

A ulteriore supporto di quanto espresso vengono di seguito graficamente illustrare le connessioni presenti all'interno del network in alcuni dei periodi esaminati. Nella Figura 3, i grafici rappresentano attraverso delle linee le relazioni di causalità alla Granger presenti all'interno del sistema, dove i colori rappresentano la direzione (in termini di Granger-causalità) dell'interconnessione fra le varie categorie. I colori assegnati sono i seguenti: il grigio nella tonalità più chiara indica le relazioni di causalità che partono dai *prime brokers*, il grigio in tonalità intermedia indica quelle in uscita dalle banche, gli *hedge funds* che Granger causano altre istituzioni sono rappresentati con delle frecce di colore grigio scuro ed infine il nero è utilizzato per le relazioni di causalità che partono dalle assicurazioni.

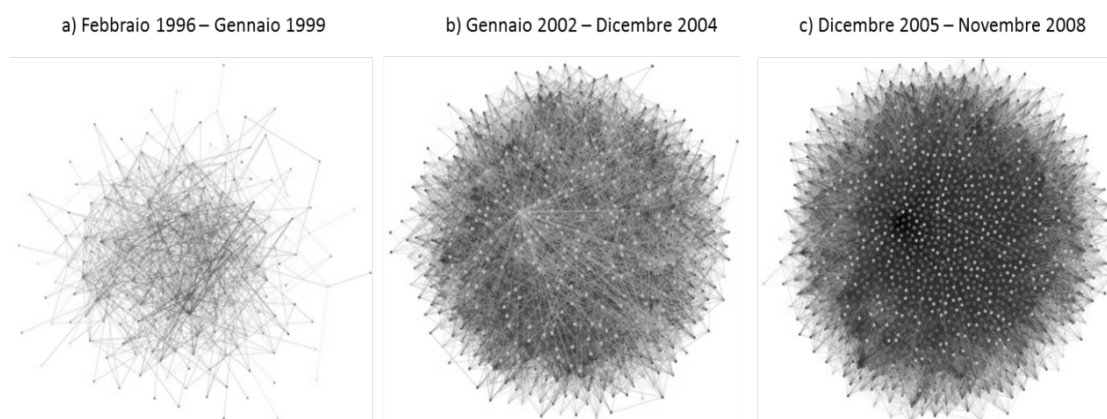


Figura 3: Diagramma delle relazioni di causalità alla Granger presenti nel network per i periodi a) Febbraio 1996-Gennaio 1999; b) Gennaio 2002-Dicembre 2004; c) Dicembre 2005-Novembre 2008. I punti indicano le istituzioni che appartengono al sistema e le linee (frecce) che uniscono i vari punti rappresentano le relazioni di Granger causalità che sussistono tra gli intermediari. Le frecce permettono di identificare la "direzionalità" della causalità, ossia permettono di capire non solo se sussiste una relazione tra due intermediari, ma anche di identificare quale dei due sia l'intermediario che Granger causa l'altro. I colori servono per identificare il tipo di istituzione da cui ha origine la relazione: grigio chiaro per i *prime brokers*, grigio in tonalità media per le

banche, nero per le assicurazioni e grigio scuro per gli *hedge funds*. Solo le relazioni statisticamente significative all'1% sono state inserite nel diagramma e sono rappresentate partendo dalle meno significative alle più significative. Le relazioni di causalità alla Granger sono stimate utilizzando un modello autoregressivo e filtrando l'eteroschedasticità attraverso un modello GARCH (1,1).

Osservando i 3 grafici della Figura 3, nel complesso emerge chiaramente l'incremento del numero delle connessioni dagli anni 1996-1998 (Figura 3 - grafico a) agli anni 2006-2008 (Figura 3 - grafico c). Questo conferma quanto emerso nell'analisi della Figura 1. Le "nuvole" consentono di approfondire l'analisi grazie all'evidenza della direzione delle relazioni inter-settoriali.

Partendo dal grafico a) si può notare come le assicurazioni giochino un ruolo centrale assieme alle banche (i colori predominanti sono il grigio in tonalità media delle banche e il nero delle assicurazioni). Per quanto riguarda le assicurazioni possiamo affermare che la loro importanza è principalmente riferita alle connessioni in uscita (161 *out*, contro 100 *in*). Da notare infine la posizione centrale nel grafico di alcuni *hedge funds*: questo è motivato dal fatto che, pur rivestendo essi un ruolo marginale (numero totale di connessioni ridotto), la categoria include alcuni intermediari connessi in uscita con istituzioni che a loro volta Granger-causano un buon numero di altri soggetti presenti nel network. Questa causalità indiretta è rilevata dall'indicatore "vicinanza".

Il grafico b) rappresenta il periodo che include gli anni 2002-2003-2004. Si nota immediatamente come la nuvola di punti rappresentante le varie istituzioni è circondata da un numero più elevato di linee che rappresentano le interconnessioni all'interno del network. Oltre all'aumento delle connessioni si nota un cambio di colore predominante che, in questo periodo, diventa il grigio scuro, segno che gli *hedge funds* assumono un ruolo centrale nel causare altri *hedge funds* e altre istituzioni. Le banche, benché presenti in numero elevato, sembrano ritagliarsi un ruolo marginale all'interno del sistema. Il livello di isolamento intra e infra settoriale di queste istituzioni è confermato dallo scarso numero di connessioni sia in uscita che in entrata, il minore dei 4 settori nei quali il panel è suddiviso.

Il grafico c) infine è riferito a un periodo in cui, a differenza dei 2 precedenti, si è verificata una tensione sui mercati finanziari. Estendendosi fino al 2008 questa finestra include infatti la parte iniziale della recente crisi finanziaria del 2007-2009. Si evidenzia come la misura del grado di connettività complessiva è di oltre 4 punti percentuali superiore rispetto ai due periodi precedenti e che il ruolo preponderante è svolto dagli *hedge funds* che presentano un numero di connessioni in uscita verso altre categorie di gran lunga superiore a quello degli altri tipi di intermediari finanziari.

5. Principali implicazioni

Il modello proposto e le evidenze empiriche ottenute possono portare a rilevanti considerazioni che impattano direttamente sull'operatività degli operatori finanziari europei con particolare riferimento a:

- l'aumento delle connessioni nei periodi di pre-crisi e crisi;
- la rilevanza delle relazioni fra le diverse categorie di operatori finanziari.

I due punti consentono di derivare elementi utili sia dal lato dei regolatori che dal lato delle istituzioni che operano nel mercato europeo.

Le evidenze empiriche mostrano come il mercato finanziario europeo sia sempre più interconnesso e come il grado di connessione possa rappresentare un indicatore dell'approssimarsi di una crisi sistemica e dell'intensità della crisi stessa. Le connessioni oltre che *cross-country* sono anche *cross-industry*, pertanto, da un punto di vista regolamentare, una completa e continua condivisione delle informazioni raccolte ai fini di vigilanza sulle varie *industry*/istituzioni appare quanto mai opportuna. A tal proposito, il processo di aggregazione in atto a livello di singolo paese dei molteplici organi di controllo deputati a presidiare aree specifiche del mercato è da vedersi non solo come opportuna, ma anche necessaria ai fini di un corretto monitoraggio e doverosa gestione di eventi di tipo sistemico.

Dall'applicazione del modello sviluppato emerge come a livello europeo la principale responsabilità nella propagazione del rischio sia la categoria degli hedge funds. Questo non consente tuttavia di affermare che i mercati bancario ed assicurativo europei non siano esposti al rischio sistemico. La letteratura infatti mostra come un'analoga analisi condotta sul mercato statunitense (Billio et al., 2012) evidenzi quali attori principali nella propagazione del rischio proprio le banche e le assicurazioni, situazione che può pertanto verificarsi, in periodi diversi, anche su altri mercati.

Le connessioni fra le diverse istituzioni finanziarie possono essere dovute a relazioni di tipo societario, investimenti degli attivi o relazioni di prodotto. Da un punto di vista societario, è da tempo in atto in Europa un processo di consolidamento dettato dalla competizione e dalle normative sempre più esigenti in termini di capitali. Questa tendenza sta portando alla concentrazione del mercato in un numero non elevato di operatori bancari e assicurativi nonché alla formazione di conglomerati finanziari caratterizzati da una forte concentrazione del rischio, con conseguente riduzione della redistribuzione dello stesso su un numero elevato di soggetti.

L'investimento degli attivi, siano essi capitali propri o gestiti, rappresenta una quota sempre più rilevante del *business* di banche ed assicurazioni. La valutazione degli *asset* su cui investire non può pertanto prescindere dalle evidenze riportate. Il grado di connessioni in essere in un determinato istante temporale può fornire importanti informazioni sull'approssimarsi di crisi e pertanto indirizzare l'*asset allocation* di un'istituzione. Più specificatamente, la valutazione di una controparte non può prescindere dall'analisi delle sue interrelazioni con altri operatori del mercato, sia a livello singolo che di settore nel quale la controparte opera. Il profilo di rischio di una controparte deve

essere arricchito da una valutazione non solo della qualità delle sue esposizioni ma anche dalla quantità delle sue connessioni sia *intra* che *extra* settoriali.

La strutturazione dei prodotti è influenzata tra gli altri fattori dal mercato e dai vincoli normativi. Da un punto di vista normativo, la costruzione di un mercato finanziario aperto - *level playing field* - perseguita dalla Commissione Europea (European Commission, 2005) ha portato a fenomeni di "*shopping normativo*" volti a sfruttare, mediante la direttiva dell'*Home Country Control*, le legislazioni meno restrittive in essere presso alcuni stati membri, con il fine di strutturare prodotti bancari ed assicurativi ad alto rischio spesso caratterizzati da elevati gradi di "connessione" con altre istituzioni. Questo fenomeno incrementa il rischio di propagazione di eventuali *default* di singole istituzioni e pertanto il contagio verso altri operatori/settori.

Conseguenza diretta di quanto discusso è l'opportunità e forse anche la necessità di introdurre nei modelli di valutazione del rischio anche componenti deputate alla valutazione del livello di connettività sui mercati e delle singole controparti. Questo porterà necessariamente all'incremento, in termini sia quantitativi che qualitativi, delle risorse da destinare alle attività di *risk management*, ai fini di garantire la solvibilità dell'istituzione e della corretta strutturazione dei prodotti.

6. Conclusioni

Questo lavoro di ricerca evidenzia, indipendentemente dallo stato di salute dei mercati, un aumento del livello di connettività tra le varie istituzioni nell'ultimo ventennio. I dati presenti nella nostra analisi, sui 15 anni che vanno dal 1996 al 2010, mostrano che complessivamente il sistema è divenuto più dinamico e per questo altamente interconnesso grazie all'evoluzione dei prodotti finanziari ed assicurativi, nonché all'evoluzione degli intermediari la cui operatività si è espansa sia in termini di servizi offerti che di mercati, grazie anche ad una complessiva deregolamentazione dei mercati.

Oltre al trend incrementale, la variabilità presente nei valori restituiti delle misure di connettività si è dimostrata in grado di cogliere non solo periodi di tensione e difficoltà, ma anche vere e proprie crisi finanziarie. Dall'analisi di determinate finestre temporali è stato possibile evidenziare come, in prossimità ed in corrispondenza di episodi di difficoltà, quali ad esempio fallimenti di istituzioni importanti (perché connesse con un elevato numero di altri intermediari finanziari), crisi di liquidità, recessioni o vere e proprie crisi, si siano registrati picchi del grado di interconnessione fra le istituzioni. Per contro, un netto calo del grado di interconnessione all'interno del network è stato evidenziato durante i periodi di tranquillità e relativa stabilità.

La segmentazione degli operatori in 4 categorie ha inoltre permesso di evidenziare come, per il mercato europeo, al contrario di quello americano (rif. Billio et al, 2012), gli *hedge funds* rivestano un ruolo primario nella propagazione di situazioni di stress dei mercati finanziari venendosi a caratterizzare, dato il

loro elevato numero di connessioni, come dei “raccoltori” e “distributori” di rischio sistemico.

Le evidenze emerse dallo studio hanno significative implicazioni sia dal lato delle istituzioni che dal lato dei regolatori operanti sul mercato finanziario europeo. Dall’analisi si evince infatti la necessità di proseguire nel trend di aggregazione degli organi di controllo delle varie *industry* operanti a livello locale e la necessità per banche, assicurazioni ed altri operatori finanziari di integrare i modelli di *risk management* al fine di includere indicatori di connettività nelle analisi.

Appendice metodologica: trattazione formale del modello

L’appendice approfondisce con maggiore grado di formalità quanto sintetizzato nel paragrafo 2.1, con particolare riferimento all’esposizione del concetto di causalità secondo Granger, alla rappresentazione dei rendimenti dei titoli utilizzati nell’analisi e alla rappresentazione delle misure di connettività applicate.

Causalità secondo Granger

La serie storica j si dice che causa nel senso di Granger una seconda serie storica i se i valori storici di j contengono informazioni utili a predire in modo più preciso il comportamento di i rispetto a quanto ottenibile basandosi sui soli dati storici di i stessa.

La rappresentazione formale di questa relazione è basata sulla regressione lineare dei rendimenti sui loro valori passati:

$$R_{t+1}^i = \alpha^i R_t^i + \beta^{ij} R_t^j + \varepsilon_{t+1}^i$$

$$R_{t+1}^j = \alpha^j R_t^j + \beta^{ji} R_t^i + \varepsilon_{t+1}^j$$

dove R_{t+1}^i e R_{t+1}^j sono i rendimenti di due istituzioni finanziarie, ε_{t+1}^i e ε_{t+1}^j sono due processi *white noise* non correlati e α^i , α^j , β^{ij} e β^{ji} sono i coefficienti del modello.

Affinché ci sia causalità nel senso di Granger è necessario che β^{ij} e β^{ji} non siano contemporaneamente nulli. Nello specifico, se β^{ij} è diverso da zero e β^{ji} è nullo la serie i Granger-causa la serie j ; viceversa se è β^{ji} ad essere nullo e β^{ij} diverso da zero siamo nella situazione in cui è la serie j che Granger-causa la serie i . Nell’evenienza in cui entrambe i valori di β siano non nulli le due serie storiche si influenzano a reciprocamente.

Dinamica dei rendimenti

Per l’analisi si assume che i rendimenti considerati seguono un processo del tipo

$$R_t^i = \mu_i + \sigma_{it} \varepsilon_t^i$$

dove ε_t rappresenta un processo *white noise* di media zero e varianza 1; μ rappresenta il valor medio; σ rappresenta la volatilità dipendente dal tempo t e dunque non costante.

Dato che la volatilità non è costante durante tutto il periodo coinvolto nell'analisi (eteroschedasticità dei rendimenti), tratteremo i rendimenti tramite un modello GARCH (1,1) del tipo:

$$\sigma_{it}^2 = \omega_i + \alpha_i (R_{t-1}^i - \mu_i)^2 + \beta_i \sigma_{i(t-1)}^2$$

dove α_i rappresenta il coefficiente associato ai rendimenti passati al quadrato mentre β_j è il coefficiente associato alla volatilità passata.

Indicatori di causalità e misure di connettività

Definiamo ora il seguente indicatore di causalità:

$$(j \rightarrow i) \begin{cases} 1 \text{ if } j \text{ Granger causa } i \\ 0 \text{ altrimenti} \end{cases}$$

assumendo che $(j \rightarrow j) \equiv 0$ ossia che j non Granger-causi sé stesso.

Questa funzione può essere usata per definire le connessioni all'interno di un sistema finanziario costituito da N istituzioni. Da essa possono essere derivate le seguenti 4 misure di connettività.

1- Grado di causalità alla Granger (DGC). Rappresenta la percentuale di relazioni Granger-causali statisticamente significative rispetto al totale delle relazioni possibili fra le $N(N-1)$ coppie di istituzioni finanziarie che compongono il sistema:

$$DGC = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i} (j \rightarrow i)$$

La probabilità del verificarsi di un evento sistemico è elevata quando il grado di causalità alla Granger eccede una soglia K il cui valore è definito ben al di sopra della normale varianza del campione determinata tramite una simulazione Monte Carlo.

2- Numero di connessioni. Per determinare l'importanza sistemica di una singola istituzione, cioè quanto e come un soggetto influenza ed è influenzato dal sistema (S) definiamo le seguenti misure:

$$\#Out: (j \rightarrow S) |_{DGC \geq K} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i \neq j} (j \rightarrow i) |_{DGC \geq K}$$

$$\#In: (S \rightarrow j) |_{DGC \geq K} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i \neq j} (j \rightarrow i) |_{DGC \geq K}$$

$$\#In + Out: (j \leftrightarrow S) |_{DGC \geq K} = \frac{1}{2(N-1)} \sum_{i \neq j} (i \rightarrow j) + (j \rightarrow i) |_{DGC \geq K}$$

dove: #Out misura il numero di istituzioni finanziarie che sono significativamente causate nel senso di Granger dall'istituzione j ; #In misura il numero di istituzioni finanziarie che significativamente causano nel senso di Granger l'istituzione j ; #In+Out è la somma delle due misure precedentemente descritte.

L'avverbio "significativamente" attribuito alle relazioni causali indica che la misura di connettività tiene conto solamente delle relazioni di causalità alla Granger che superano la soglia ottenuta mediante simulazione Monte Carlo (indicata con K) in modo tale da considerare solo le connessioni più forti tra i vari soggetti del network, ossia quelle connessioni che potrebbero effettivamente causare una crisi a livello sistemico in caso di eventi negativi.

3- Numero di connessioni settoriali. Queste misure di connettività sono costruite analogamente a quelle riportate al punto 2 con l'aggiunta del vincolo di non-appartenenza al medesimo settore. In altre parole la connessione, se significativa, viene conteggiata solo se unisce un'istituzione con una appartenente ad un diverso settore. Dato M il numero dei settori (4 nel nostro caso: bancario, assicurazioni, *brokers*, *hedge funds* indicati con $\alpha, \beta = 1, \dots, M$) si ottengono le seguenti misure:

#Out-to-other

$$\left[(j|\alpha) \rightarrow \sum_{\beta \neq \alpha} (S|\beta) \right] \Big|_{DGC \geq K} = \frac{1}{(M-1) * N/M} \sum_{\beta \neq \alpha} \sum_{i \neq j} [(j|\alpha) \rightarrow (i|\beta)] \Big|_{DGC \geq K}$$

#In-from-Other

$$\left[(S|\beta) \rightarrow \sum_{\beta \neq \alpha} (j|\alpha) \right] \Big|_{DGC \geq K} = \frac{1}{(M-1) * N/M} \sum_{\beta \neq \alpha} \sum_{i \neq j} [(i|\beta) \rightarrow (j|\alpha)] \Big|_{DGC \geq K}$$

#In+Out-Other

$$\left[(j|\alpha) \rightarrow \sum_{\beta \neq \alpha} (S|\beta) \right] \Big|_{DGC \geq K} = \frac{\sum_{\beta \neq \alpha} \sum_{i \neq j} [(i|\beta) \rightarrow (j|\alpha)] + [(j|\alpha) \rightarrow (i|\beta)]}{2(M-1) * N/M} \Big|_{DGC \geq K}$$

Dove #Out-to-Other misura il numero di istituzioni finanziarie appartenenti a settori diversi da j che sono significativamente causate nel senso di Granger dall'istituzione j ; #In-to-Other misura il numero di istituzioni finanziarie appartenenti a settori diversi da j che significativamente causano nel senso di Granger l'istituzione j ; #In+Out è la somma delle due misure precedentemente descritte.

4- Vicinanza. Misura il cammino più breve tra un'istituzione finanziaria e le altre istituzioni da essa direttamente o indirettamente raggiungibili. Per costruire la misura occorre per prima cosa definire un'istituzione j come debolmente C -causata nel senso di Granger da i se esiste un cammino di casualità di lunghezza C fra i e j . In altre parole deve esistere una sequenza di nodi k_1, \dots, k_{C-1} tale per cui

$$(j \rightarrow K_1) * (K_1 \rightarrow K_2) * \dots * (K_{(C-1)} \rightarrow i) \equiv (j \xrightarrow{C} i) = 1$$

Indicando con C_{ji} la lunghezza del cammino più breve da j a i tale per cui

$$C_{ij} = \min_C \{C \in [1; N - 1]: (j \xrightarrow{C} i) = 1\}$$

la misura di vicinanza per l'istituzione j è definita come segue:

$$C_{js} \Big|_{DCG \geq K} = \frac{1}{N-1} \sum_{i \neq j} C_{ij} (j \xrightarrow{C} i) \Big|_{DCG \geq K}$$

Bibliografia

Acharya, V., Pedersen, L. H., Philippon, T., Richardson, M., 2011. Measuring systemic risk. Unpublished working paper. New York University.

Acharya, V., Richardson, M. eds., 2009. Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System. John Wiley & Sons, New York.

Adrian, T., Brunnermeier, M., 2010. CoVaR. Unpublished working paper. Princeton University.

Allen, F., Gale, D., 1994. Liquidity preference, market participation and asset price volatility, *American Economic Review* 84, 933-955.

Allen, F., Gale, D., 1998. Optimal financial crisis. *Journal of Finance* 53, 1245-1284.

Allen, F., Gale, D., 2000. Financial contagion. *Journal of Political Economy* 108, 1, 1-33.

Amihud, Y., Mendelson, H., 1986. Asset pricing and the bid ask spread. *Journal of Financial Economics* 17, 223-249.

Battiston, S., Gatti, D. D., Gallegati, M., Greenwald, B. C., Stiglitz, J.E., 2009. Liasons dangereuses: increasing connectivity, risk sharing, and systemic risk. Unpublished working paper. NBER Working Paper 15611.

Billio, M., Getmansky, M., Pelizzon, L. 2011. Crises and Hedge Fund Risks. Unpublished working paper. Ca' Foscari University of Venice.

Billio, M., Getmansky, M., Lo, A.W., Pelizzon, L. 2012. Econometric Measures of Connectedness and Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors. *Journal of Financial Economics*, 104, pp. 535-559.

Brennan, M. J., Chordia, T., Subrahmanyam, A., 1998. Alternative factor specifications, security characteristics and the cross-section of expected stock returns. *Journal of Financial Economics* 49, 345-373.

Brunnermeier, M., 2009. Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives* 23, 1, 77-100.

- Brunnermeier, M, Pedersen, L. H., 2009. Market liquidity and funding liquidity. *Review of Financial Studies* 22, 2201–2238.
- Buraschi, A., Porchia, P., Trojani, F., 2010. The cross-section of expected stock returns: learning about distress and predictability in heterogeneous orchards. Unpublished working paper. Imperial College.
- Castiglionesi, F., Periozzi, F., Lorenzoni, G., 2009. Financial integration, liquidity, and the depth of systemic crisis. Unpublished working paper. University of Tilburg.
- Chordia, T., Roll, R., Subrahmanyam, A., 2000. Commonality in liquidity. *Journal of Financial Economics* 56, 3–28.
- Chordia, T., Roll, R., Subrahmanyam, A., 2001, Market liquidity and trading activity. *Journal of Finance* 56, 501–530.
- Chordia, T., Roll, R., Subrahmanyam, A., 2002, Order imbalance, liquidity and market returns. *Journal of Financial Economics* 65, 111–130.
- Commissione Europea, 2005. Financial Services Policy 2005-2010. European Commission White Paper, Brussels 2005. - 15 pp.
- Danielsson, J., Shin, H. S., Zigrand, J. 2011. Balance Sheet Capacity and Endogenous Risk. Unpublished working paper. Princeton University.
- Getmansky, M., Lo, A. W., Makarov, I., 2004. An econometric analysis of serial correlation and illiquidity in hedge-fund returns. *Journal of Financial Economics* 74, 529–609.
- Glosten, L., Harris, L., 1988. Estimating the components of the bid/ask spread. *Journal of Financial Economics* 21, 123–142.
- Gray, D., 2009. Modeling financial crises and sovereign risks. *Annual Review of Financial Economics* 1, 117–144.
- Huang, X., Zhou, H., Zhu, H., 2011. Systemic risk contribution. Unpublished working paper 2011-08. Board of Governors of the Federal Reserve System (FEDS).
- Lillo, F., Farmer, J. D., Mantegna, R. N., 2003. Econophysics: master curve for price-impact function. *Nature* 421, 129–130.
- Lo, A. W., 2001. Risk management for hedge funds: introduction and overview. *Financial Analysts Journal* 57, 16–33.
- Lo, A. W., Mamaysky, H., Wang, J., 2001. Foundations of technical analysis: computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation. *Journal of Finance* 55, 1705–1765.
- Lo, A. W., Wang, J. 2000. Trading volume: definitions, data analysis, and implications of portfolio theory. *Review of Financial Studies* 13, 257–300.

Pastor, L., Stambaugh, R., 2003. Liquidity risk and expected stock returns. *Journal of Political Economy* 111, 642–685.

Rajan, R., 2006. Has finance made the world riskier?. *European Financial Management* 12, 499–533.

Reichart, K.R., 2011. What does a Prime Broker do?. Morgan Stanley, Discussion Paper. Available at: news.morningstar.com/articlenet/article.aspx?id=2458723.

Reinhart, C. M., Rogoff, K. S., 2009. *This Time Is Different: Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

Sadka, R., 2006. Momentum and post-earnings-announcement drift anomalies: the role of liquidity risk. *Journal of Financial Economics* 80, 309–349.