

Dipartimento di Economia e Finanza

Cattedra di Economia e Gestione degli Intermediari  
Finanziari (C.P.)

**Il rischio sistemico europeo: un'analisi  
comparativa delle principali metriche**

Relatore

Chiar.mo Prof. Domenico Curcio

Candidato

Guglielmo Cotti

Matricola 666441

Correlatore

Chiar.mo Prof. Giancarlo Mazzoni

Anno Accademico 2016/2017

## Indice

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITOLO I.....</b>	<b>7</b>
<b>IL RISCHIO SISTEMICO.....</b>	<b>7</b>
1.1    PREMESSA .....	7
1.2    DEFINIZIONE DI RISCHIO SISTEMICO .....	8
1.2    LE DETERMINANTI DEL RISCHIO SISTEMICO .....	17
1.3    EVOLUZIONE NORMATIVA SULLA VIGILANZA BANCARIA.....	27
1.4    GLI SVILUPPI DELLA REGOLAMENTAZIONE BANCARIA IN EUROPA.....	41
<b>CAPITOLO II.....</b>	<b>46</b>
<b>LE PRINCIPALI MISURE DI RISCHIO SISTEMICO .....</b>	<b>46</b>
2.1    PREMESSA .....	46
2.2    IL COVAR .....	47
2.3    SYSTEMIC EXPECTED SHORTFALL.....	60
2.3.1 <i>Il modello economico alla base del Systemic Expected Shortfall.....</i>	<i>64</i>
2.3.2 <i>Le esternalità, il problema del regolatore e la tassazione ottimale.....</i>	<i>67</i>
2.3.3 <i>L'analisi empirica e la misurazione del rischio sistemico.....</i>	<i>72</i>
2.4    IL MODELLO DI CAUSALITÀ ALLA GRANGER.....	78
2.4.1 <i>Test di causalità alla Granger.....</i>	<i>79</i>
2.5    GLI ALTRI INDICATORI DEL RISCHIO SISTEMICO .....	86
<b>CAPITOLO III.....</b>	<b>92</b>
<b>ANALISI PARAMETRICA.....</b>	<b>92</b>
3.1    PREMESSA .....	92
3.2    LA CRISI SISTEMICA DEL 2007/2009 .....	93
3.3    LA CRISI DEL DEBITO SOVRANO IN EUROPA.....	97
3.4    DATI E CALCOLO DELLE MISURE DI RISCHIO SISTEMICO.....	101
3.5    VALUTAZIONE DELLE CAPACITÀ PREDITTIVE DELLE MISURE DI RISCHIO.....	123

<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>129</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>134</b>
<b>RIASSUNTO .....</b>	<b>175</b>

# Introduzione

La sofferenza o il fallimento di un intermediario finanziario, considerato di rilevanza sistemica, può generare un mal funzionamento dei mercati minacciandone la stabilità nel suo complesso. La crisi finanziaria dei mutui sub-prima verificatasi negli Stati Uniti, ha evidenziato gli effetti che una crisi finanziaria può avere nell'economia. Infatti, la maggior parte degli istituti di credito si è trovata impreparata e non sufficientemente solida, in termini finanziari, ad affrontare le ingenti perdite dovute dall'insolvenza dei mutui sub-prime, dall'esplosione della bolla immobiliare e dal crollo dei prezzi dei titoli azionari detenuti da istituzioni di grande rilievo. Tale congiuntura, provocò una rapida diffusione della crisi anche nell'economia reale, attraverso delle notevoli restrizioni nella concessione del credito.

Dopo tale evento, si è riscontrato un rinnovato interesse nella misurazione, gestione e regolamentazione del rischio sistemico.

Il sistema finanziario interpreta un ruolo cruciale per l'economia globale, poiché l'intermediario fa da tramite tra gli agenti che hanno bisogno di prestiti e gli operatori che sono disposti a prestare o ad investire capitale. Da ciò, deriva il fatto che l'economia globale è strettamente legata a tutti i settori economici e, quindi, se il sistema finanziario non funziona correttamente le sue criticità hanno un forte impatto sull'economia reale, questo viene evidenziato analizzando il deterioramento delle variabili macroeconomiche, quali il tasso di crescita del PIL, il tasso di disoccupazione ed il deficit pubblico.

Il presente elaborato si pone come obiettivo quello di eseguire un'analisi parametrica su tre misure di rischio sistemico, applicata ad un campione di 51 banche europee, per valutare le capacità predittive delle stesse misure.

Inizialmente, per poter avere un'idea più delineata sul rischio sistemico, si eseguirà la trattazione delle principali definizioni di rischio sistemico, in modo

sia da cogliere i punti in comune tra le varie definizioni, sia da delineare il modo in cui si concretizza il rischio sistemico e le possibili fonti di tale rischio. Inoltre, osservati i rilevanti effetti negativi che una crisi può avere, è di fondamentale importanza andare ad analizzare come la regolamentazione finanziaria si sia evoluta nel tempo, per far fronte ai rischi sopraggiunti.

L'analisi empirica presente nell'elaborato è stata eseguita mediante il confronto di tre modelli di misurazione del rischio sistemico:

- il CoVaR, che misura il VaR di un'istituzione condizionata alla circostanza che il sistema si trovi in crisi o viceversa;
- il Systemic Expected Shortfall, che stima la sottocapitalizzazione di un intermediario quando l'intero sistema finanziario è sottocapitalizzato;
- il test di causalità alla Granger che misura le interconnessioni tra gli istituti di credito presenti nel campione di banche analizzato.

L'analisi è stata condotta, per il calcolo di ogni misura di rischio, tramite il linguaggio di programmazione python ed i relativi codici sorgente esposti nell'appendice 1. I dati utilizzati per eseguire questo studio sono stati estratti dai principali data providers, Bloomberg e DataStream.

La struttura della ricerca è stata delineata in modo tale da rendere di facile comprensione il tema del rischio sistemico, partendo, in primo luogo, dall'esame della sua definizione proseguendo, poi, con l'analisi delle principali metriche utilizzate per la quantificazione del rischio.

Nel primo capitolo, si definisce il rischio sistemico, individuando le possibili fonti, così da renderne più chiara l'individuazione, la gestione ed il regolamento. Nel proseguo del capitolo, vista la notevole importanza degli istituti di credito, si

parla dell'evoluzione della regolamentazione degli intermediari finanziari e delle misure adottate dall'autorità di vigilanza in merito al rischio sistemico.

Nel secondo capitolo si espone una spiegazione formale delle misure di rischio sistemico utilizzate nell'analisi parametrica, si osserva l'assunto teorico alla base di ogni metodologia, gli input utilizzati ed il fine che con l'applicazione di esse si potrebbe raggiungere. Inoltre, si illustra una breve trattazione delle altre rilevanti misure di rischio sistemico elaborate dalla letteratura di riferimento.

Nel terzo ed ultimo capitolo verranno esposte le cause delle due crisi sistemiche esaminate, ossia la crisi dei mutui sub-prime avvenuta negli Stati Uniti e quella del debito sovrano avvenuta in Europa. Successivamente, saranno valutate le varie misure di rischio su un campione di banche europee ed in seguito sarà esaminato il potere predittivo di ciascuna misura.

# CAPITOLO I

## Il Rischio Sistemico

1.1 Premessa - 1.2 Definizione di rischio sistemico - 1.2 Le determinanti del rischio sistemico - 1.3 Evoluzione normativa sulla vigilanza bancaria - 1.4 Gli sviluppi della regolamentazione bancaria in Europa

### 1.1 Premessa

Esistono numerose discussioni riguardo la vigilanza pubblica dei mercati finanziari, spesso, infatti, si fa riferimento al rischio sistemico definendolo come una base logica dalla quale far partire l'elaborazione di politiche prudenziali da emanare per regolare i mercati finanziari, in particolare, il settore bancario.

Nel seguente capitolo, nella prima parte, saranno presentate le principali definizioni di rischio sistemico riconducibili alla letteratura economica di riferimento. Nella seconda parte, invece, si fornirà una spiegazione delle possibili fonti del rischio sistemico; infine si farà un focus sulla normativa di riferimento e la sua evoluzione nel corso della storia.

## 1.2 Definizione di rischio sistemico

Le varie crisi sistemiche avvenute negli ultimi decenni hanno suscitato un grande interesse alla letteratura economica e agli studiosi di economia che si occupano del rischio sistemico e della sua centralità come rischio da dover saper prevedere ed affrontare per prevenire una recessione.

I termini rischio “sistemico” e “sistemico” possono essere erroneamente confusi, ma per identificarli è fondamentale distinguerli per la loro misurazione e interpretazione.

Il rischio sistematico, di contro al rischio sistemico, è stato ben studiato e supportato da una vasta modellazione e misurazione (Hansen 2013).

I rischi sistematici sono rischi macroeconomici o aggregati che non possono essere evitati attraverso la diversificazione.

In base ai modelli standard dei mercati finanziari, gli investitori che sono esposti a questi rischi richiedono un rendimento aggiuntivo rispetto ad un investimento privo di rischio; poiché non vi è un sistema di assicurazione in base al quale l'esposizione a tali rischi possa essere eliminata. Modelli macroeconomici empirici si propongono di individuare gli shock nei dati delle serie storiche per misurare le loro ripercussioni sui prezzi. L'esposizione a questi shock è la fonte di rischio sistematico che viene prezzata nei mercati azionari. Tali shock possono essere indotti dalla politica macroeconomica, alcune analisi politiche possono esaminare come ridurre il loro impatto nell' economia attraverso politiche monetarie e/o fiscali.

Il rischio sistemico è destinato ad essere un costrutto differente rispetto al precedente.



Esso si attiene al rischio di scomposizione o di una importante disfunzione nei mercati finanziari; il potenziale di tali rischi fornisce una base di ragionamento per il controllo, l'intervento e la regolamentazione dei mercati finanziari.

L'agenda della ricerca in merito al rischio sistemico, si propone di fornire una guida riguardo le conseguenze di politiche alternative, per aiutare a prevedere eventuali mal funzionamenti dei mercati finanziari. La definizione formale di rischio sistemico è molto meno chiara rispetto al rischio sistematico poiché non esiste una definizione esclusiva e condivisa in letteratura. Il *Group of ten*<sup>1</sup> nel 2001 prova a dargli la seguente definizione:

*“Il rischio finanziario sistemico è il rischio in cui un evento innescherà una perdita di valore economico o di fiducia in una parte sostanziale del sistema finanziario che è grave abbastanza per avere, molto probabilmente, dei significativi effetti negativi sull'economia reale. Eventi di rischio sistemici possono essere improvvisi e inaspettati, la loro probabilità di verificarsi può accumularsi nel tempo, in assenza di adeguate risposte politiche. Gli effetti economici reali negativi scaturiti da problemi sistemici sono generalmente visti come derivanti da interruzioni del sistema di pagamento, ai flussi di credito, e dalla distruzione di valore delle attività.*

*Esistono due relative ipotesi che sono alla base di questa definizione.*

*In primo luogo, gli shock economici possono diventare sistemici a causa dell'esistenza di esternalità negative associate a gravi interruzioni nel sistema finanziario, se non ci fossero effetti di ricaduta o esternalità negative, non ci sarebbe, senza dubbio, nessun ruolo per la politica pubblica. In tutti, ma soprattutto nei sistemi finanziari con più alta concentrazione, il rischio sistemico*

---

<sup>1</sup> Il *Group of ten*, oppure G-10 fu fondato nel 1962 dalle dieci maggiori economie capitalistiche, il Belgio, il Canada, la Francia, la Germania, il Giappone, l'Italia, i Paesi Bassi, il Regno Unito, gli Stati Uniti, la Svezia e nel 1964 aderì a questa organizzazione internazionale anche la Svizzera.

*è normalmente associato ad una perdita contagiosa di valore o di fiducia che si diffonde a delle parti del sistema finanziario ben al di là della posizione originale dello shock precipitante. In un sistema finanziario altamente concentrato, d'altro canto, il crollo di una sola impresa o mercato può essere sufficiente per qualificarsi come un evento sistemico, dall'altra parte, in assenza di adeguate risposte politiche, gli eventi finanziari sistemici possono, con molta probabilità, indurre effetti reali indesiderati, come ad esempio una sostanziale riduzione della produzione e dell'occupazione.*

*Una perturbazione finanziaria che non ha un'alta probabilità di causare una perturbazione significativa, di vera e propria attività economica, non è un evento di rischio sistemico.”*

Da questa definizione si evincono tre importanti caratteristiche del rischio sistemico. In primo luogo, l'evento deve incidere su una parte sostanziale del sistema finanziario; pertanto esso rappresenta un rischio per il sistema finanziario nel suo complesso. In secondo luogo, lo stesso comporta ricadute di rischio da un'istituzione a molte altre. Tutto ciò implica che, nella sua misurazione, l'attenzione dovrebbe essere focalizzata sui modi con cui degli shock avversi, che colpiscono un'istituzione o poche più, possono essere trasmessi al sistema finanziario nella sua totalità, ovvero alle interconnessioni tra le istituzioni. Infine, come ultima peculiarità, gli episodi nei quali si materializza un rischio sistemico sono associati a degli effetti macroeconomici fortemente negativi a causa dell'assenza di risposte politiche forti e rapide.

Un'ulteriore definizione viene fornita dal *Financial Stability Board* (FSB)<sup>2</sup>, il *Fondo monetario internazionale* (IMF)<sup>3</sup> e la *Banca dei Regolamenti Internazionali*(BIS)<sup>4</sup>, in un report, indirizzato al G-20 dei Ministri delle finanze e Governatori delle banche centrali, nel quale viene definito il rischio sistemico come “*un rischio di perturbazione dei servizi finanziari che è causato da una compromissione di tutta o di parte del sistema finanziario, ed ha il potenziale per avere gravi conseguenze negative sull'economia reale*”.

La ragione per cui gli organismi internazionali siano preoccupati riguardo il rischio sistemico è la paura che i problemi di una istituzione finanziaria possano allargarsi e contagiare altre istituzioni finanziarie oppure generare la rottura dell'intero sistema.

I rischi sistemici sono strettamente legati al problema chiamato “*too big to fail*”, stando a significare che i governi nel mondo non possono rischiare l'insolvenza

---

<sup>2</sup> Il *Financial Stability Board* è un organismo internazionale che ha l'obiettivo di controllare, mediante monitoraggio, l'andamento del sistema finanziario mondiale; fu fondato nel 1999 sulla base della volontà dei governi rappresentati in tale ente per incentivare sia la stabilità finanziaria mondiale attraverso la condivisione di informazioni tra i mercati che la cooperazione tra le autorità di vigilanza nazionali.

<sup>3</sup> Il *Fondo monetario internazionale* (IMF) è un organismo composto dai governi nazionali di 189 paesi, fu fondato il 27 dicembre 1945 con l'obiettivo di promuovere la cooperazione monetaria internazionale, agevolare l'espansione del commercio internazionale, perseguire la stabilità dei rapporti di cambio, ridurre gli squilibri della bilancia dei pagamenti delle nazioni appartenenti a tale ente attraverso delle risorse apportate da ciascun paese.

<sup>4</sup> La *Banca dei regolamenti internazionali*(BIS) è un'organizzazione internazionale, istituita nel 1930, le cui partecipazioni azionarie possono essere sottoscritte esclusivamente dalle banche centrali, che al momento sono 60, ed ha come obiettivo sia quello di promuovere la cooperazione tra le banche centrali che fornire dei specifici servizi finanziari a queste ultime.

di istituzioni importanti a livello sistemico (chiamate anche SIFIs, Systemically Important Financial Institutions).

La grande crisi finanziaria ha costretto il salvataggio di numerose banche da parte dei propri governi nazionali proprio per evitare il contagio a livello sistemico dei mercati finanziari.

I partecipanti ai mercati finanziari adempiranno alle loro obbligazioni fino a quando avranno la fiducia che le controparti facciano lo stesso. Una volta che la fiducia nei mercati si è disgregata, per il fallimento di un'istituzione finanziaria, gli altri istituti non avendo più la fiducia nel mercato agiranno, in futuro, con una maggiore avversione al rischio e cercheranno di ridurre la loro esposizione il più velocemente possibile.

In questo modo, l'intero mercato finanziario può far crollare le azioni di un'altra istituzione che si trova in un momento di difficoltà.

Un comportamento pro-ciclico, ovvero una reazione negativa uniforme, in seguito ad un evento di mercato, intrapresa da tutti i partecipanti del mercato stesso, deve essere contrastata per evitare una illiquidità generale nei mercati finanziari che intensificherebbe la crisi.

L'ultima definizione di rischio sistemico, degna di essere presa in analisi, viene assegnata da Olivier De Bandt e Philipp Hartmann, in un documento redatto nel 2000 per la Banca Centrale Europea.

Per far ciò, gli autori partono dalla definizione di evento sistemico in senso stretto, ovvero, come un evento in cui il rilascio di cattive notizie riguardanti un istituto finanziario, oppure il suo fallimento o la caduta di un mercato finanziario, porterebbe dei rilevanti effetti negativi su uno o più istituti o mercati finanziari.

Gli autori ritengono di notevole importanza il fatto che si crei un effetto domino: da un istituto ad un altro o da un mercato ad un altro come conseguenza di uno shock sistemico.

Gli stessi definiscono il rischio sistemico:

- “*forte*” se l’istituzione, influenzata da tale evento -shock-, risulta insolvente in un secondo momento e come conseguenza di questo shock, sebbene la stessa nel periodo precedente sia stata solvente; oppure se i mercati, che sono stati contagiati, in momenti successivi, crollino senza il succedersi di tale evento.

De Bandt e Hartmann denotano tali istanze, di eventi sistemici, in gergo come *contagio*.

- “*debole*” se l’evento sistemico non si concretizza come un fallimento di un’istituzione o di uno shock di mercato.

Partendo da tale specificazione, De Bandt e Hartmann definiscono un evento sistemico come un fenomeno che colpisce un rilevante numero di istituzioni o mercati finanziari, in senso forte, tale da compromettere seriamente il corretto funzionamento dell’intero sistema finanziario o di un pezzo di esso.

Il buon funzionamento del sistema finanziario si riferisce all’efficacia e all’efficienza con cui i risparmi sono orientati per investimenti che assicurino dei rendimenti elevati.

Per fare un esempio, una crisi finanziaria sistemica può portare ad un estremo razionamento del credito nel settore reale, conosciuto come “*credit crunch*”<sup>5</sup>.

Gli autori affermano che una notevole differenza si ha nella distinzione di evento sistemico forte o debole; giacchè le misure di gestione delle crisi, che affrontano la fonte del problema, potrebbero essere diverse, nel caso in cui si

---

<sup>5</sup> Per *credit crunch*, si intende una stretta creditizia che può essere provocata sia dagli andamenti dell’economia che dalle autorità monetarie. Nel primo caso le banche essendo preoccupate della solvibilità dei prenditori di fondi cercano di limitare eventuali perdite future concedendo prestiti a condizione più rigide: aumentando i tassi o chiedendo maggiori garanzie. Il secondo caso si ha quando le Banche centrali inducono gli intermediari finanziari ad erogare meno prestiti, chiedendo agli stessi di innalzare le riserve obbligatorie oppure i tassi di interesse.

verifichi uno shock idiosincratico che rischierebbe di provocare un effetto contagio, rispetto ad uno shock sistemico, che potrebbe avere un ampio effetto di simultanea destabilizzazione dei mercati finanziari.

Tuttavia, potrebbero riscontrarsi situazioni dove possono coesistere entrambe le tipologie di shock: aggregati ed idiosincrici, che si possono intrecciare, dato che le recessioni macroeconomiche potrebbero indebolire le istituzioni finanziarie, rendendo il contagio dei singoli fallimenti più probabile, oppure, per creare un effetto contagio tra gli intermediari finanziari si dovrebbe materializzare uno shock iniziale causato da più di un'istituzione.

Gli autori del report per la BCE identificano il rischio sistemico come la possibilità che ci siano degli eventi sistemici in senso forte, ovvero, il rischio che, dopo uno shock individuale o di mercato, ci sia una grande propagazione di questo evento tale da causare una crisi che colpisca la maggior parte dei partecipanti al sistema finanziario.

L'evento sistemico è l'elemento chiave per definire il rischio sistemico, secondo De Bandt e Hartmann, lo stesso è composto da due importanti elementi: da una parte troviamo lo shock e dall'altra il meccanismo di propagazione.

Gli shock possono essere idiosincrici oppure sistemici. La prima tipologia riguarda quegli eventi che si riferiscono solo alla salute di un singolo istituto finanziario o solamente al prezzo di una singola attività, mentre gli shock sistemici interessano, nello stesso tempo, l'intera economia, cioè tutte le istituzioni finanziarie.

Un esempio di shock idiosincratico in un sistema finanziario nazionale può essere rappresentato dal fallimento, causato da frodi interne o da ulteriori problematiche interne, di una singola banca regionale; un altro esempio, da considerarsi shock idiosincratico del sistema finanziario mondiale, può essere l'entrata in crisi di uno Stato, dovuta ad una svalutazione improvvisa della

moneta nazionale, avente come possibile causa un insostenibile deficit di bilancio.

Tipologie di shock sistematici ai mercati finanziari si delineano per esempio con la fluttuazione del ciclo economico o con un improvviso aumento del tasso di inflazione. Anche un collasso dei mercati azionari può essere interpretato come uno shock sistemico per le istituzioni finanziarie, sebbene ogni singolo intermediario non venga contagiato nello stesso modo. Lo stesso discorso può essere fatto per un temporaneo fabbisogno di liquidità in un importante mercato finanziario, che può essere correlato ad un incidente o ad un altro evento che possa gettare dei dubbi sulla salute finanziaria delle controparti che solitamente operano in tale mercato.

Esistono una miriade di tipi intermedi di shock tra gli estremi teorici di shock idiosincratici e sistemici. Shock idiosincratici che non si propagano diffusamente sono assicurabili, cioè un investitore può proteggersi da loro attraverso la diversificazione, mentre ampi shock sistemici non sono assicurabili e diversificabili.

Può essere ricondotta al concetto di rischio sistemico una grave recessione economica che raggiunge un inequivocabile forza, provocando shock sistemici negativi, che si ripercuotono negativamente su una vasta gamma di istituzioni e mercati finanziari.

Il secondo elemento decisivo che, De Bandt e Hartmann, individuano negli eventi sistemici, è il meccanismo di propagazione attraverso il quale gli shock si trasmettono da un istituto finanziario ad un altro. Secondo quanto riportato dagli autori, ciò rappresenta la caratteristica principale per individuare il rischio sistemico. Il diffondersi di shock all'interno del sistema finanziario, che si esplica attraverso esposizioni monetarie oppure effetti di informazione, come la perdita di fiducia, devono essere analizzati in modo preciso per poter comprendere le

catene di propagazione. Da un punto di vista concettuale, è importante notare che la trasmissione di questi shock sia una caratteristica naturale del mercato finanziario per il raggiungimento di un nuovo equilibrio economico.

Gli autori, con il concetto di rischio, intendono che la propagazione non sia incorporata ai prezzi di mercato ex-ante, bensì comporta delle esternalità negative, particolarmente violente, come delle forti oscillazioni dei prezzi, causate da cambiamenti nelle aspettative sui prezzi stessi. Le tipologie di evento sistemico, causato da un simultaneo shock sistemico e, il meccanismo che porta a valori di default o crash possono, spesso, comportare una propagazione macroeconomica che include delle interazioni tra le variabili reali e finanziarie.

Un rallentamento del ciclo economico può innescare un periodo di crisi per le imprese non bancarie, che sfocia in un'ondata di fallimenti concatenati, questo induce i prenditori di fondi a domandare ulteriori prestiti per cercare di risolvere la situazione di disagio ma, per gli istituti finanziari ciò può provocare il passaggio a sofferenza di alcuni prestiti, precedentemente classificati come sicuri. Questo, a sua volta, potrebbe aumentare la recessione economica causata dalla contrazione del ciclo economico.

De Bandt e Hartmann concludono che il verificarsi di uno shock sistemico e la sua successiva propagazione sono incerti e, che il rischio sistemico debba avere due dimensioni di notevole importanza: la gravità degli eventi sistemici e la loro possibilità di verificarsi.

Forti eventi sistemici, in particolare le relative crisi, sono eventi a bassa probabilità e, quindi, possono indurre a considerarli in secondo piano.



L'importanza del rischio sistemico si evince dalle varie fonti che sono state trattate in precedenza, nonostante non ci sia in letteratura una definizione univoca di tale rischio.

La sua mancata considerazione potrebbe causare delle crisi sistemiche tali da farci rivalutare il sistema di economia di mercato e degli intermediari finanziari che oggi è ampiamente usato nelle maggiori economie del Mondo.

Per la protezione e salvaguardia dei risparmiatori e dei grandi gruppi bancari, la recente evoluzione delle istituzioni finanziarie, avvenuta nel corso degli ultimi trent'anni, attraverso l'ampliamento dei servizi e prodotti offerti ai loro clienti, ci fa ritenere il rischio sistemico come un rischio da dover essere preso sempre più in considerazione, al pari di altri rischi, considerati e valutati di notevole importanza nella letteratura economica.

Nel prossimo paragrafo si offrirà una possibile ed esaustiva definizione delle principali fonti del rischio sistemico.

## **1.2 Le determinanti del rischio sistemico**

La crisi finanziaria del 2007/2009 vide un significativo intervento da parte dello Stato nei mercati finanziari di tutto il Mondo.

Nel Regno Unito, ad esempio, il Tesoro prese parte in prima persona nel mercato, attraverso la partecipazione diretta nel capitale azionario, per supportare le banche più esposte al rischio di default. Come risultato di tale ricapitalizzazione lo Stato acquisì l'83% dei diritti agli utili della Royal Bank of Scotland (RBS) ed il 68% dei diritti di voto; inoltre partecipò anche al capitale di Lloyds Banking Group possedendo così il 41% dei diritti di voto ed agli utili.

Questi aiuti furono dati anche ad altri intermediari finanziari del Paese, in totale, diedero un ammontare di capitale pari a 850 miliardi di sterline per supportare il settore bancario del Regno Unito, così da poter permettergli di tutelare i depositi dei risparmiatori.

In quel periodo turbolento, le azioni di salvataggio degli istituti del Regno Unito, furono ripetute da altri stati sovrani.

Anche gli Stati Uniti affrontarono il disagio, Ben Bernanke Governatore della Federal Reserve, sostenne, come tesi, che il problema del settore bancario, causato dalla crisi dei mutui sub-prime, fece emergere un ulteriore problema, denominato “too big to fail”.

I politici che governano un Paese dove si trova una banca in sofferenza che riceve un sostegno dallo Stato, ritengono la stessa di importanza rilevante e troppo grande per fallire, poiché il suo fallimento potrebbe causare delle esternalità negative tali da compromettere il corretto funzionamento dell'economia del Paese.

Il potenziale fallimento della banca che si trova in difficoltà potrebbe far perdere fiducia ai risparmiatori anche in altri istituti bancari, vigilate dalla stessa autorità e, causare un danno sociale e dei costi economici rilevanti. Un intervento da parte dello Stato per salvaguardare il sistema sembrerebbe una buona procedura di intervento.

Ben Bernanke, infatti, per giustificare il salvataggio di Bear Stearns, alla commissione economica del congresso degli Stati Uniti usò le seguenti parole: *“Normalmente, il mercato seleziona quali aziende dovrebbero sopravvivere e quali dovrebbero fallire, e questo è come dovrebbe essere. Comunque, i temi di cui discutiamo estendono molto il destino di una azienda. Il nostro sistema finanziario è estremamente complesso e interconnesso, e Bear Stearns partecipa in grande parte in molti critici mercati. Con delle condizioni finanziarie fragili, il fallimento improvviso di Bear Stearns porterebbe ad un caotico*

*svolgimento di posizioni in questi mercati e ne avrebbe gravemente scosso la fiducia. Il fallimento della società avrebbe anche potuto mettere in dubbio le posizioni finanziarie di alcune delle migliaia di controparti di Bearn Stearns e forse di aziende con attività simili. Date le attuali pressioni eccezionali per l'economia globale ed il sistema finanziario, i danni causati da un default di Bearn Stearns sarebbe stato grave ed estremamente difficile da contenere, inoltre, gli effetti negativi non sarebbero stati confinati per il sistema finanziario, ma sarebbero stati sentiti in generale nell'economia reale attraverso i suoi effetti sul valore delle attività e la disponibilità di credito<sup>6</sup>”.*

Esistono delle ragioni economiche per ritenere che i costi derivanti dal fallimento di alcune istituzioni finanziarie sono troppo alti da sostenere e, inevitabilmente esisteranno delle istituzioni che rimarranno troppo grandi per fallire, in questo caso è importante concepire un'implicita od esplicita politica per intervenire in queste situazioni.

Un'altra possibile fonte per il rischio sistemico viene individuata da Brunnermeier Krishnamurty e Gordon<sup>7</sup> nella liquidità degli istituti finanziari.

Il rischio di liquidità per un intermediario finanziario può distinguersi in due componenti: il funding liquidity risk ed il market liquidity risk.

La prima riguarda il rischio che una banca non possa essere in grado di far fronte a dei deflussi di cassa attesi ed inattesi in modo efficiente, ovvero senza compromettere la propria ordinaria operatività ed il proprio equilibrio finanziario.

La seconda componente si riferisce al rischio che, un'istituzione finanziaria possa avere, per monetizzare una rilevante posizione in attività finanziarie, ritrovandosi ad influenzarne il prezzo in misura significativa e sfavorevole per un

---

<sup>6</sup> Citato da Financial Crisis Inquiry Commission (2010, pp21-2).

<sup>7</sup> Per una lettura approfondita leggere “*Liquidity Mismatch Measurement, M.Brunnermeier*”, A. Krishnamurthy, G. Gorton (2013).

mal funzionamento del mercato in cui tali attività vengono scambiate o di una sua insufficiente profondità.

Il *funding liquidity risk* può assumere tre diverse forme:

- *Margin risk*: corrisponde al rischio che il margine richiesto per i finanziamenti a breve termine aumenti a seguito sia della riduzione di valore delle attività poste a garanzia degli stessi, che da alcune incertezze dei mercati finanziari che inducono i creditori a chiedere un aumento del margine stesso;
- *Redemption risk*: si concretizza nel rischio derivante dalla possibilità che a causa di una perdita di fiducia dei risparmiatori nella banca ci sia una corsa agli sportelli, da parte dei depositanti, per il ritiro dei fondi depositati;
- *Rollover risk*: corrisponde al rischio che l'intermediario non è in grado, alla scadenza, di rinnovare, il debito a breve, per mancanza di disponibilità di fondi oppure perché il rifinanziamento diviene più costoso e quindi insostenibile per la banca.

Il *market liquidity risk*, invece, si riferisce alle difficoltà che possono incorrere gli intermediari finanziari nella raccolta di fondi sui mercati tramite la vendita di attività finanziarie detenute in portafoglio.

Il grado di liquidità di un mercato è valutato in base a tre criteri:

- *l'ampiezza del bid-ask spread* è calcolato come la differenza tra il miglior prezzo a cui il market maker è disposto a vendere un titolo e il maggior prezzo a cui lo stesso è disposto ad acquistare tale titolo;
- *il market depth* corrisponde al volume di transazioni che possono essere fatte senza che la movimentazione dei titoli modifichi in modo significativo il prezzo di mercato del titolo stesso;
- *la market resiliency* coincide con la velocità con cui il prezzo di uno strumento finanziario, che ha subito uno shock casuale, torna al livello di equilibrio.

Il grafico sottostante rappresenta un esempio per analizzare la liquidità del mercato, dove il prezzo Bid ed il prezzo Ask sono indicati dalle due quantità OA e OA', lo spread corrisponde alla differenza tra  $A_p - B_p$  il quale mostra lo "spessore" del mercato. Le due quantità OA ed OA' sono il massimo volume di liquidità trattabile sul mercato senza che si determini una variazione del prezzo, quindi riflettono la profondità del mercato: il market depth.

La market resiliency indica oltre a quanto detto prima anche la velocità con cui i prezzi tornano al loro valore di equilibrio dopo un flusso di transazioni di elevate dimensioni, come un'eccessiva vendita di un titolo.

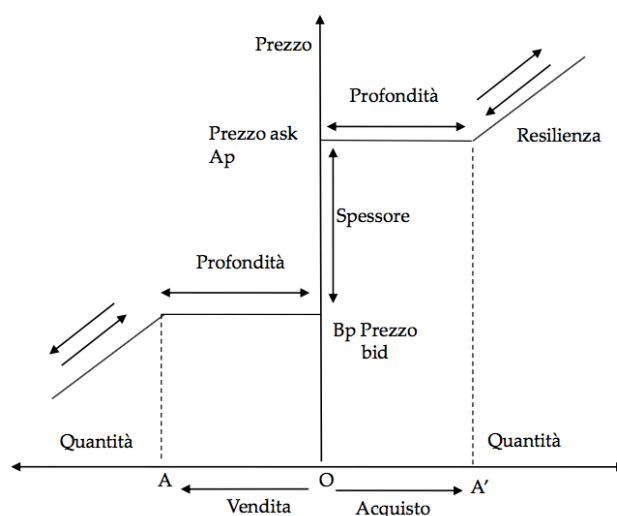


Figura 1.1 L'immagine rappresenta le varie misure di liquidità di un mercato.

Da queste considerazioni ne deriva il concetto di solvibilità di un intermediario finanziario e, si concretizza nella condizione particolare che si ha quando il valore delle attività proprietarie della banca sia superiore al valore delle passività in essere, evidenziando, così, un valore positivo del patrimonio netto aziendale.

La liquidità e la solvibilità dei partecipanti al settore finanziario possono essere dei buoni indicatori per lo stato di salute di un intermediario; inoltre possono essere le cause di eventuali rischi sistemici, poiché indicano, implicitamente, il grado di fiducia che i partecipanti a tali settori hanno nei confronti del sistema. Pertanto un valore basso della liquidità potrebbe originare delle spirali di liquidità che potrebbero creare una crisi sistemica.

In uno studio condotto da M. Brunnermeier, G. Dong e D. Palia<sup>8</sup>, nel quale si analizza la crisi negli Stati Uniti. Gli studiosi notarono che la crisi finanziaria ha

---

<sup>8</sup> Per un maggior approfondimento vedasi *“Bank’s Non-Interest Income and Systemic Risk”*, Markus K. Brunnermeier, Gang Dong e Darius Palia, (2012).

mostrato che le esternalità negative da una banca ad un'altra crearono un significativo rischio sistemico.

La possibilità della manifestazione di esternalità negative spinse, nel 2009, la Federal Reserve ad intervenire con un'iniezione di liquidità nel sistema, poiché le esternalità stesse avrebbero avuto un ruolo centrale nell'economia.

Gli autori mostrarono che la maggior parte dei profitti delle banche statunitensi non derivasse dalla tradizionale attività bancaria, cioè dal margine di interesse<sup>9</sup>, ma dalle attività di trading e di investment banking.

Gli autori analizzarono attività di *trading*<sup>10</sup>, di *investment banking*<sup>11</sup>, di *venture capital*<sup>12</sup> e di *attività di consulenza*<sup>13</sup>, attraverso due misure di rischio sistemico, che saranno, ulteriormente, specificate in modo esaustivo nel capitolo successivo: il  $\Delta CoVaR$  ed il Systemic Expected Shortfall.

---

<sup>9</sup> Il margine di interesse è dato dalla somma algebrica degli interessi attivi derivanti da attività fruttifere e dagli interessi passivi derivanti dalle passività onerose di un intermediario finanziario.

<sup>10</sup> Per trading si intende la compravendita di strumenti finanziari finalizzata a lucrare uno scarto tra il prezzo di acquisto e di vendita.

<sup>11</sup> Per attività di investment banking si intendono principalmente attività come la negoziazione di titoli per conto altrui, la ricerca di sottoscrittori e l'assistenza per una quotazione in un mercato borsistico.

<sup>12</sup> Per venture capital si intende la partecipazione al capitale di rischio di un'impresa da parte della banca per finanziare l'avvio o la crescita di un'attività in settori ad elevato potenziale di sviluppo.

<sup>13</sup> Con il termine attività di consulenza denominato anche corporate si intendono le attività di consulenza ed assistenza che la banca di investimento fornisce all'impresa in merito ad operazioni di fusione e acquisizione e ristrutturazione del debito.

Gli autori conclusero che, le banche con una rilevante parte di utili scaturiti da attività non tradizionali, avevano un contributo al rischio sistemico maggiore rispetto alle altre.

Queste considerazioni forniscono un suggerimento nel precisare che le decisioni del management sulle scelte dell'attivo della banca condizionano, nel settore bancario, in maniera rilevante il rischio sistemico.

Inoltre, i risultati presentati dagli autori constatano che la dimensione delle attività ed il livello di indebitamento (leverage) sono delle componenti importanti per il rischio sistemico.

In un report del Fondo Monetario Internazionale del 2014 si evince che la dimensione delle grandi banche, negli ultimi 30 anni, è aumentata notevolmente in seguito alle innovazioni finanziarie ed a un processo di deregolamentazione traslando sensibilmente gli utili delle banche ed allargando le loro attività, come è stato esposto in precedenza.

L'evoluzione del sistema finanziario ha impattato molto di più sui grandi gruppi bancari, poiché questi avevano le risorse per poter allargare le attività da offrire alla clientela, trasformandosi dal tradizionale modello di banca commerciale ad un modello di banca universale. Le maggiori risorse derivavano dalle economie di scala degli istituti finanziari di grandi dimensioni che permettono una migliore diversificazione delle attività consentendo alle banche di operare con meno capitale e fondi meno stabili. Un secondo fattore di vantaggio per le grandi banche, grazie alle economie di scala, è il fatto che le stesse, operino in più segmenti di mercato rispetto alle piccole banche e, così, riescono ad abbattere gran parte dei costi fissi che gli istituti bancari dovrebbero affrontare.

La dimensione ed il grado di leva finanziaria di un istituto finanziario possono essere delle determinanti del rischio sistemico, poiché il fallimento di un grande



gruppo bancario contribuisce maggiormente al rischio sistemico rispetto al fallimento di una piccola banca.<sup>14</sup>

Inoltre, le recenti crisi finanziarie hanno suscitato un maggior interesse per quanto riguarda il rapporto tra la struttura della rete finanziaria ed il rischio sistemico: la letteratura economica ed il mondo della politica forniscono due forme di lettura.

La prima sostiene che la non completezza della rete finanziaria è una fonte di instabilità, poiché le singole banche sono eccessivamente esposte alle passività di un ristretto numero di intermediari finanziari. Secondo questa tesi si ritiene che una rete finanziaria più completa sia in grado di limitare il rischio delle banche ad ogni singola esposizione, questo è preferibile poiché in questo modo sarebbero meno soggette ad eventi sistemici.

Il secondo punto di vista, in netto contrasto con il primo, ipotizza che sia la natura, altamente interconnessa, del sistema finanziario a contribuire alla fragilità del sistema, in quanto agevola la diffusione di problemi tra le banche e problemi di solvibilità da un'istituzione all'altra.

Acemoglu , Ozdaglar e Tahbaz-Salehi<sup>15</sup> suggeriscono un quadro teorico per lo studio delle forze economiche che modellano il rapporto tra la struttura della rete finanziaria ed il rischio sistemico. Gli autori mostrano che finché il numero di shock negativi è sotto una soglia critica, una maggiore diversificazione della struttura delle passività delle banche conduce ad un sistema meno fragile. Le perdite subite da una banca sono scaricate solo sui creditori della banca in

---

<sup>14</sup> Per una maggiore analisi, si veda “*Bank Size and Systemic Risk*”, Luc Leaven, Lev Ratnovski, and Hui Tong, IMF staff discussion note, May 2014.

<sup>15</sup> Per una trattazione più approfondita del tema vedasi “*Systemic Risk ad Financial Networks*”, Daron Acemoglu, Asuman Ozdaglar, and Alireza Tahbaz-Salehi. American Economic Review 2015, 105(2): 564-608.

sofferenza senza contagiare le altre banche del sistema e, quindi, si creerebbe una protezione contro i default a cascata degli istituti finanziari.

Gli autori, tuttavia, evidenziano che aumentando shock negativi sopra una certa soglia, il contagio tra le istituzioni prevale sulla complessità del sistema finanziario e denotano che la complessità del sistema non è una garanzia della stabilità.

Il contagio finanziario viene analizzato anche da Allen e Gale<sup>16</sup>. I due studiosi partono dal presupposto che le crisi finanziarie abbiano portato gli economisti a concludere che il settore finanziario è inaspettatamente esposto a degli shock.

Nel loro paper analizzano un canale di contagio dove diverse regioni o settori possono subire un'influenza su un'altra regione.

Quando una regione soffre una crisi finanziaria, le altre hanno delle perdite poiché sono interconnesse tra loro e, se queste ricadute sono abbastanza forti potrebbero causare delle crisi nelle regioni adiacenti; in casi estremi potrebbero causare un contagio allargato all'intero sistema finanziario. Gli autori, terminata la loro analisi, spiegano che un mercato interbancario incompleto insieme ad un alto livello delle interconnessioni tra le banche -uno shock di liquidità che causa una crisi in una regione- può allargarsi a tutte le altre regioni appartenenti al sistema economico.

Il rischio di contagio è un'importante fonte di rischio sistemico, perché il livello di interconnessioni degli intermediari finanziari partecipanti ad un determinato mercato, in occasione di perdite impreviste causate da un numero contenuto di banche, può avere degli effetti disastrosi generando una paralisi del sistema finanziario nel suo complesso.

---

<sup>16</sup> Per tale argomento vedasi "*Financial Contagion*" Franklin Allen e Douglas Gale, (2000).

Dopo aver esplicitato e descritto in modo esaustivo le principali componenti del rischio sistemico si andrà ad analizzare l'evoluzione della normativa e della vigilanza sugli intermediari finanziari che è intercorsa negli ultimi anni in seguito alle diverse crisi sistemiche.

### **1.3 Evoluzione normativa sulla vigilanza bancaria**

I controlli sulle banche sono nati come risposta degli ordinamenti alla crisi che aveva colpito le economie dei paesi industrializzati agli inizi degli anni trenta del secolo scorso.

Il sistema di regole speciali, che affidava i poteri amministrativi ad autorità pubbliche e, limitava la concorrenza tra gli intermediari, era fondato sulla credenza che eventuali situazioni di difficoltà di una banca avrebbero potuto rendere instabile tutto il sistema finanziario. Le banche erano considerate dei soggetti deboli, esposti a fallimenti, derivanti dalla corsa ai depositi (bank run), ossia dalla fuga dei depositanti che avevano perso la fiducia nella capacità dell'istituto finanziario di restituire i loro risparmi.

Inoltre, un altro punto a favore di una differente regolamentazione è derivato dalla forte interconnessione delle imprese bancarie.

Un sistema di assicurazione, seppur presente nei primi anni del novecento, non sembrava sufficiente per evitare i fallimenti bancari, soprattutto se ci si riferiva a crisi di carattere sistemico.

La predisposizione a controlli pubblici più penetranti derivò dalla considerazione che i fallimenti bancari arrecano conseguenze negative allo sviluppo economico generale, riducendo l'afflusso di risorse finanziarie al sistema produttivo.

Una lunga fase di relativa stabilità del sistema finanziario, durata più di settanta anni, ha consentito un lento processo evolutivo delle regole avviato, durante la fine degli anni ottanta, verso un sistema di controllo pubblico più rispettoso dell'autonomia imprenditoriale delle banche e favorevole allo sviluppo della concorrenza come condizione necessaria per favorire gestioni efficienti che, nel lungo periodo, assicurino stabilità.

Per comprendere al meglio il sistema di vigilanza attuale si ritiene fondamentale procedere con un'analisi evolutiva della regolamentazione pubblica delle Banche.

Prima del 1988, le autorità di regolamentazione delle banche all'interno di un paese tendevano a regolare il capitale delle banche fissando dei livelli minimi per il rapporto tra il capitale e il totale dell'attivo.

Alcuni paesi applicavano norme più stringenti ed altri meno. Le banche erano, da sempre, in competizione a livello globale e, una banca operante in un paese in cui i regolamenti di capitale erano meno rigidi aveva un vantaggio competitivo sulle altre istituzioni che operavano in un contesto normativo più rigoroso. Inoltre, le enormi esposizioni create dai prestiti concessi dalle banche internazionali ai paesi meno sviluppati come il Messico, il Brasile, l'Argentina, così come i giochi contabili, a volte utilizzati in relazione a queste esposizioni, fecero sollevare diverse questioni concernenti l'adeguatezza dei livelli di capitale che gli istituti bancari avrebbero dovuto detenere.

Un ulteriore problema riguardava l'ampliamento della tipologia delle esposizioni poste in essere dalle banche. Il mercato *over the counter*<sup>17</sup> dei derivati per prodotti come gli *interest rate swap*<sup>18</sup>, *currency swap*<sup>19</sup> ed opzioni su cambi era cresciuto rapidamente. Queste tipologie di contratto aumentarono i rischi di credito delle banche. Ad esempio, in un *interest rate swap* se la controparte fallisce quando lo scambio ha un valore positivo per la banca ed un valore negativo per la controparte, la banca incorre nel rischio di perdere il capitale investito. Le potenziali esposizioni derivanti da questi tipi di contratti non erano riflesse nei bilanci delle banche e, quindi, il valore totale delle attività non era più un buon indicatore dei rischi complessivi supportati dall'istituto bancario. Era necessario un approccio più sofisticato rispetto a quello di fissare dei livelli minimi tra il rapporto fra capitale e totale dell'attivo di bilancio.

---

<sup>17</sup> Attraverso l'espressione *over the counter* si intende un mercato non regolamentato dove non ci sono pienamente i criteri di trasparenza, efficienza e di liquidità. In termini borsistici e finanziari si intende un mercato non regolamentato.

<sup>18</sup> Il contratto *interest rate swap* è un contratto stipulato da due parti le quali si accordano per scambiarsi reciprocamente, per un intervallo temporale definito alla stipulazione del contratto, pagamenti calcolati sulla base di tassi differenti applicati ad un capitale nozionale. In questo contratto non si ha lo scambio di capitale ma solo lo scambio di interessi solitamente uno fisso e l'altro variabile.

<sup>19</sup> La sottoscrizione di un *currency swap* comporta uno scambio di flussi finanziari tra due controparti in due diverse valute. Un contratto di questo tipo è articolato in tre parti: uno scambio a pronti di una determinata quantità di una valuta in cambio di un'altra valuta al tasso corrente; uno scambio di segno opposto a termine con lo stesso tasso di cambio; infine uno scambio tra le due parti del contratto degli interessi periodici maturati sul valore nominale delle valute scambiate per tutto l'arco temporale previsto dal contratto.

Nel 1988 ci fu il primo accordo del comitato di Basilea -denominato in seguito Basilea I<sup>20</sup>- e, fu il primo tentativo di impostare degli standard internazionali basati sul rischio per l'adeguatezza del capitale di vigilanza.

Una principale critica che fu apportata a tale accordo fu quella di essere troppo semplicistico ed arbitrario. Questo accordo imponeva alle banche di detenere un capitale di vigilanza minimo, denominato anche patrimonio di vigilanza, uguale all'8% delle attività ponderate per il rischio. All'interno dell'accordo erano previsti due obiettivi principali: il primo era il miglioramento della stabilità e della solidità del sistema bancario; il secondo riguardava l'applicazione di un coefficiente di solvibilità per tutte le banche che operavano in ambito internazionale. Tutto ciò al fine di eliminare le asimmetrie regolamentari tra le banche dei diversi paesi, escludendo così i vantaggi competitivi che scaturivano dai diversi regolamenti.

Il rischio che il Comitato si proponeva di coprire era il rischio di credito, non disinteressandosi degli altri rischi che potevano avere gli istituti finanziari in quel momento storico, come, ad esempio, il rischio di tasso di interesse. Tale rischio doveva essere coperto dalle attività detenute dalle banche specificandone la composizione. Una parte del patrimonio fu chiamato Patrimonio di base e la seconda parte Patrimonio Supplementare. Il primo, chiamato anche Tier 1, era composto dall'equity e dalle riserve palesi, almeno il 50% di esso doveva comporre il patrimonio di vigilanza della banca.

Il Patrimonio Supplementare, chiamato anche Tier 2, era composto dalle riserve fuori bilancio, transitate nel conto economico ed accettate dalle autorità di vigilanza bancaria, quali riserve di rivalutazione, accantonamenti generici, accantonamenti per le perdite sui crediti, debito subordinato ed infine strumenti

---

<sup>20</sup> Per una lettura approfondita su Basilea I si veda "Basel Committee on Banking Supervision (1988), *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*", BIS, July 1988".

di debito ibridi. Il valore del Tier 2 doveva essere almeno pari all'ammontare del Tier 1.

Basilea I rapportava le due tipologie del capitale, quella di base e quella supplementare, con le attività ponderate a seconda della loro rischiosità in vari cluster, attraverso l'uso di cinque pesi: 0-10-20-50-100%, pertanto il rapporto tra il capitale di vigilanza e le attività ponderate per il rischio doveva avere come valore minimo l'8%.

L'accordo di Basilea I del 1988 ha migliorato il modo di determinare i requisiti patrimoniali, sebbene aveva delle carenze significative, ad esempio i prestiti elargiti da una banca a una società avevano un fattore di ponderazione pari al 100%, rispetto al valore nominale, sia se il rating<sup>21</sup> della società era AAA oppure era BBB.

Nel giugno del 1999, il Comitato di Basilea propose nuove regole che sono state nominate Basilea II, riviste nel gennaio 2001 ed in aprile 2003. Prima dell'implementazione delle nuove regole, furono svolti numerosi studi di impatto quantitativo con il calcolo dell'ammontare del capitale di vigilanza, che sarebbe stato richiesto agli intermediari finanziari in caso di approvazione delle regole stesse. Un insieme finale di regole approvato da tutti i membri del Comitato di Basilea fu pubblicato nel giugno del 2004. Fu aggiornato nel novembre 2005 ed emanata l'attuazione delle nuove regole a decorrere dall'anno 2007, dopo un ulteriore studio di impatto quantitativo.

---

<sup>21</sup> Il rating si distingue in due tipologie: rating di emittente e rating di emissione. Il primo si concentra sulla capacità del debitore di onorare integralmente e tempestivamente le proprie obbligazioni. Il secondo, invece, analizza congiuntamente la probabilità di default del debitore ed i possibili margini di recupero in caso di default.

I requisiti patrimoniali di Basilea II<sup>22</sup> furono applicati a tutte le banche sia grandi che piccole dell'Unione Europea, mentre negli Stati Uniti furono applicate solo alle banche attive a livello internazionale.

Le regole di Basilea II si reggono su tre pilastri:

- Requisiti minimi di capitale;
- Controllo prudenziale;
- Disciplina di mercato.

Nel primo pilastro, il *requisito minimo di capitale* per il rischio di credito del portafoglio bancario è calcolato in un modo nuovo che riflette il rischio di credito delle controparti. Sia il requisito di capitale per il rischio di mercato che il requisito generale secondo il quale le banche devono detenere un capitale totale pari all'8% delle attività ponderate per il rischio (RWA<sup>23</sup>), rimangono invariati rispetto alle regole precedenti, invece, si aggiunge, con Basilea II una nuova ponderazione per il rischio operativo.

Pertanto, volendo scrivere analiticamente questi nuovi calcoli si ottiene una formula uguale alla seguente:

$$\text{Patr. di vig.} = 0.08 \times (\text{rischio di credito RWA} + \text{rischio di mercato RWA} + \text{rischio operativo RWA})$$

---

<sup>22</sup> Per una lettura approfondita su Basilea II leggasi, Basel Committee on Banking Supervision (2006), "*Basel II: International Convergence of capital measurement and capital standards: a revised framework – comprehensive version*", BIS, June 2006.

<sup>23</sup> Con RWA si intende semplicemente il termine inglese di attività ponderate per il rischio, ovvero risk weighted assets.



Un ulteriore elemento innovativo per il primo pilastro riguarda la possibilità per gli intermediari finanziari di poter effettuare, riguardo le attività rischiose, la ponderazione per il rischio di credito attraverso o modelli interni, qualora questi siano idonei e coerenti con la dimensione della banca, con i fini di Basilea II e siano approvati dalle autorità di vigilanza, oppure attraverso un metodo standardizzato fornito dal Comitato di Basilea.

Il secondo pilastro, invece, si occupa del processo del *controllo prudenziale*, esso riguarda sia gli aspetti quantitativi sia qualitativi dei modi con cui il rischio è gestito dalle banche.

Le Autorità di vigilanza sono tenute a garantire che una banca abbia in atto un processo che rispetti e assicuri il mantenimento dei livelli minimi di capitale. Le banche, pertanto, sono tenute a mantenere delle risorse maggiori rispetto al capitale minimo normativo per consentire delle fluttuazioni dei requisiti di capitale e le eventuali difficoltà nel reperimento di capitali a breve termine.

In riferimento a quanto appena esposto, le Autorità di ogni Paese, che emanano le regole, possiedono la facoltà di agire con una certa discrezionalità nel modo in cui le regole vengono applicate, ma è comunque richiesta la coerenza complessiva nell'applicazione delle norme. Il secondo pilastro pone più enfasi su un intervento precoce in caso di problemi.

Le autorità di vigilanza sono tenute a fare molto di più di assicurare che il capitale minimo richiesto da Basilea II sia mantenuto dalle banche, tanto che parte del loro ruolo è quello di incoraggiare le banche a sviluppare ed utilizzare tecniche di gestione del rischio e di valutare meglio queste tecniche oltre a determinare i rischi che non sono coperti dal primo pilastro, ad esempio il

rischio di concentrazione<sup>24</sup> e, creare un dialogo attivo con le banche quando si identificano delle difficoltà.

Il terzo pilastro -la *disciplina di mercato*- impone alle banche di rivelare maggiori informazioni sul modo in cui le stesse allocano il capitale ed i rischi assunti durante la gestione. L'idea alla base di questo è che le banche prendano delle decisioni migliori, per la stabilità della propria istituzione e del sistema finanziario, informandone in modo chiaro ed esaustivo i propri azionisti ed i potenziali investitori. In tal modo questi ultimi hanno più informazioni a disposizione per scegliere su quale banca poter investire.

In seguito alla crisi del credito nel 2007-2009, il Comitato di Basilea si rese conto che una profonda revisione di Basilea II era necessaria, poiché l'implementazione di queste nuove regole non è stata sufficiente a fermare la crisi. Nel dicembre del 2009 furono pubblicate delle proposte per un nuovo framework organizzativo denominato Basilea III<sup>25</sup>.

La versione finale del regolamento è stata pubblicata nel dicembre del 2010, dopo le osservazioni da parte delle banche, uno studio di impatto quantitativo ed una serie di vertici internazionali.

Questo nuovo insieme di regole si compone di sei parti:

---

<sup>24</sup> Per rischio di concentrazione si intende il rischio che una banca può avere nel caso in cui abbia delle rilevanti esposizioni con uno stesso soggetto o con gruppi di soggetti interconnessi appartenenti ad uno stesso settore di attività o ad una medesima area geografica, ed in caso di inadempimento o fallimento della controparte si perderebbero una rilevante parte dei crediti detenuti nell'attivo della banca.

<sup>25</sup> Per una lettura approfondita di Basilea III vedasi, Basel Committee on Banking Supervision (2011), "*Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*", BIS, December 2010 (Revised June 2011).

- Definizione e fabbisogni di capitale;
- Capital Conservation Buffer;
- Countercyclical Buffer;
- Leverage Ratio;
- Liquidity Risk;
- Counterparty Credit risk.

Seguendo Basilea III il capitale della banca deve essere composto nel seguente modo:

- Tier 1 equity capital;
- Additional Tier 1 Capital;
- Tier 2 Capital.

Il Tier 1 comprende il capitale sociale e gli utili portati a nuovo, ma non include l'avviamento o le imposte differite attive. Esso deve essere aggiustato verso il basso in modo da riflettere i deficit derivanti dai piani pensionistici. Le variazioni di utili portati a nuovo derivanti da operazioni di cartolarizzazione non sono conteggiate come parte del patrimonio di vigilanza. Lo stesso discorso viene fatto dagli utili derivanti dal rischio di credito della banca.

L'additional Tier 1 capital è formato da elementi come le azioni privilegiate che in precedenza erano calcolate nel Tier 1.

Il Tier 2 include debito subordinato ai depositanti con una scadenza originaria di cinque anni.

Quando la banca si trova in difficoltà, le perdite devono essere assorbite da tutte le componenti del patrimonio di vigilanza mentre, in una situazione di normale svolgimento dell'attività bancaria le perdite inattese dovrebbero essere coperte dal Tier 2.

I requisiti di capitale sono i seguenti: il Tier 1 capital deve essere almeno il 4,5% delle attività ponderate per il rischio; il Tier 1 sommato all'Additional Tier 1 Capital deve essere il 6% delle attività ponderate per il rischio. Il capitale totale ovvero la somma delle tre componenti deve essere almeno l'8%.

Basilea III richiede anche un Capital Conservation Buffer che corrisponde ad un ammontare di capitale aggiuntivo del Tier 1 uguale al 2,5% delle attività ponderate per il rischio. Questa disposizione mira a garantire che le banche accumulino capitali in tempi normali, in modo che possano essere usati durante periodi di difficoltà finanziaria. Nei casi in cui il Capital Conservation Buffer è stato parzialmente o interamente utilizzato, le banche sono tenute a limitare i loro dividendi fino a quando il capitale viene riformato. Le regole per i dividendi sono riassunte nella tabella che segue.

<b>Requisiti minimi di conservazione del capitale relativi a una singola banca</b>	
<b>Coefficiente Common Equity Tier 1</b>	<b>Coefficienti minimi di conservazione del capitale (in percentuale degli utili)</b>
4,5% - 5,125%	100%
>5,125% - 5,75%	80%
>5,75% - 6,375%	60%
>6,375% - 7,0%	40%
> 7,0%	0%

*Figura 1.2 Coefficienti di ponderazione da applicare agli utili per ricostituire il Capital Conservation Buffer*

Il Capital Conservation Buffer indica che il Tier 1 capital richiesto in tempi normali corrisponde al 7,0% delle attività ponderate per il rischio, il Tier 1 totale richiesto deve essere almeno l'8,5% delle attività ponderate per il rischio mentre il Tier 1 sommato al Tier 2 deve essere pari al 10,5%.

Oltre al Capital Conservation Buffer, Basilea III prevede un Countercyclical Buffer, simile al Conservation Buffer con la differenza che la misura di applicazione viene lasciata alla discrezionalità delle Autorità nazionali di ogni singolo paese. L'idea alla base del Countercyclical Buffer è di fornire protezione alla ciclicità degli utili bancari. Il Countercyclical Buffer può essere fissato tra lo 0% ed il 2,5% del totale delle attività ponderate per il rischio e deve essere sommato al Tier 1 capital.

La tabella sottostante riporta la quantità di utili da non distribuire per formare e, se necessario, successivamente ricostituire il Countercyclical Buffer nelle nazioni in cui non si applica il coefficiente pari a 0%

<b>Requisiti minimi di conservazione del capitale relativi a una singola banca, se la banca è soggetta a un <i>buffer</i> anticiclico del 2,5%</b>	
<b>Coefficiente Common Equity Tier 1 (inclusi altri strumenti con piena capacità di assorbimento delle perdite)</b>	<b>Coefficienti minimi di conservazione del capitale (in percentuale degli utili)</b>
4,5% - 5,75%	100%
>5,75% - 7,0%	80%
>7,0% - 8,25%	60%
>8,25% - 9,5%	40%
> 9,5%	0%

*Figura 1.3 Coefficienti di ponderazione da applicare agli utili per ricostituire il Countercyclical Buffer*

In aggiunta ai requisiti di capitale calcolati sulle attività ponderate per il rischio, Basilea III specifica un rapporto minimo, denominato Leverage Ratio del 3%. Il Leverage Ratio è il rapporto tra due quantità: la prima corrisponde al totale del Tier 1; la seconda è la somma delle esposizioni in bilancio, delle esposizioni sui derivati, delle esposizioni sui titoli di finanziamento e delle poste fuori bilancio. In questo rapporto non viene effettuata nessuna ponderazione del rischio.

La ragione per la quale il Comitato ha introdotto questa nuova misura si basa sulla volontà, da parte del Comitato stesso, di limitare la discrezionalità con cui le attività ponderate per il rischio sono calcolate.

Prima della crisi, l'attenzione dei regolamenti del Comitato di Basilea era quella di garantire che le banche avessero un sufficiente capitale per coprire i rischi che stavano assumendo. Molti dei problemi incontrati dalle istituzioni finanziarie, durante la crisi, non erano la carenza di capitale ma la carenza di liquidità. I rischi di liquidità nascono poiché vi è una tendenza delle banche di finanziare le passività a lungo termine tramite finanziamenti a breve termine, con il presupposto che la salute finanziaria della banca percepita dal mercato sia quella di essere un'impresa sana.

Basilea III ha introdotto un rapporto dei requisiti che riguarda due misure di liquidità che servono per assicurare che le banche possano sopravvivere a pressioni di liquidità.

Il primo rapporto denominato Liquidity Coverage Ratio<sup>26</sup> (LCR) si concentra sull'abilità della banca di sopravvivere ad un periodo di stress di liquidità, calcolato come il rapporto tra le attività altamente liquidabili ed i deflussi netti di cassa attesi nei successivi 30 giorni.

Formalmente è definito come:

$$LCR = \frac{\text{High Quality Liquid Assets}}{\text{Net Cash Outflows in a 30 - day period}} \geq 100\%$$

L'intervallo temporale di trenta giorni è molto severo ed il comitato di Basilea richiede che tale rapporto sia maggiore del 100% per poter dimostrare che un intermediario finanziario è in grado di far fronte ad eventuali perdite derivanti,

---

<sup>26</sup> Per una trattazione più dettagliata vedasi “*Basel III: The Liquidity Coverage Ratio and liquidity monitoring tools*”, Basel Committee, January 2013.

ad esempio, da un downgrade del rating o da una perdita parziale sui depositi. Le attività classificate come “High Quality Liquid Assets” (HQLA) sono quelle che possono essere convertite in denaro in modo semplice e tempestivo senza che ci sia una loro significativa perdita di valore, quindi, esse devono essere rese liquide nei momenti di stress. Un ulteriore requisito per queste attività è quello di poter essere stanziate, dagli intermediari finanziari, presso le rispettive banche centrali. A tali attività si applica un coefficiente di scarto che aumenta al peggiorare del grado di liquidità del titolo considerato.

Questi HQLA sono divisi in attività di primo livello (denominate anche attività A1): banconote, monete, riserve presso la banca centrale ed altri strumenti alle quali non è applicato nessuno scarto di garanzia ad eccezione delle obbligazioni garantite di elevata qualità alle quali si applica un coefficiente di scarto minimo pari al 7%. Inoltre, esistono anche attività di secondo livello (A2) che sono titoli di debito societario, obbligazioni bancarie garantite o titoli negoziabili rappresentati in crediti verso Governi sovrani, banche multilaterali di sviluppo ed anche alcuni titoli azionari. Alle attività di secondo livello si applica un coefficiente di scarto pari almeno al 15%. L'ultima componente degli HQLA sono attività di livello 2B, quali titoli di debito societario o titoli azionari che soddisfano determinati requisiti. Per la composizione del numeratore sono imposti dei limiti quantitativi, le attività di livello A1 devono essere almeno il 60% della riserva della liquidità e le attività di livello 2B non devono essere superiori al 15% delle riserve di liquidità.

Il secondo indicatore di liquidità, denominato Net Stable Funding Ratio (NSFR), si basa su un periodo temporale di un anno ed è dato dal rapporto tra l'ammontare disponibile di provvista stabile (AFS) e l'ammontare obbligatorio di

provvista stabile (RSF)<sup>27</sup>, tale rapporto deve essere maggiore al 100%. Formalmente può essere rappresentato nel seguente modo:

$$NSFR = \frac{\text{Ammontare disponibile provvista stabile}}{\text{Ammontare obbligatorio provvista stabile}} \geq 100\%$$

Questo rapporto è stato introdotto con l'obiettivo di consentire alla banca di avere una provvista stabile in grado di ridurre la probabilità che un'eventuale interruzione della provvista possa erodere la liquidità bancaria e di conseguenza far aumentare il rischio di fallimento della banca. L'ammontare di provvista stabile (AFS) si definisce in base alla stabilità delle fonti di provvista di un'istituzione, come la propensione dei fornitori di provvista a ritirare i propri finanziamenti e, in base alla scadenza contrattuale delle passività. L'ammontare obbligatorio di provvista stabile (RSF), invece, si basa sul grado di rischio di liquidità delle attività e delle esposizioni fuori bilancio.

Per l'implementazione di Basilea III si è seguito lo schema temporale si può leggere nella tabella seguente.

---

<sup>27</sup> Per una maggiore trattazione del Net Stable Funding Ratio vedasi, "Basel III: the net stable funding ratio", October 2014.



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Dal 1° gennaio 2019
Indice di leva ( <i>leverage ratio</i> )	Monitoraggio regolamentare		Fase di sperimentazione 1° gennaio 2013 - 1° gennaio 2017 Informativa dal 1° gennaio 2015					Migrazione al primo pilastro	
Requisito minimo per il <i>common equity</i>			3,5%	4,0%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
<i>Buffer</i> di conservazione del capitale						0,625%	1,25%	1,875%	2,50%
Requisito minimo per il <i>common equity</i> più <i>buffer</i> di conservazione del capitale			3,5%	4,0%	4,5%	5,125%	5,75%	6,375%	7,0%
Introduzione delle deduzioni dal CET1 (compresi gli importi eccedenti il limite per DTA, MSR e investimenti in istituzioni finanziarie)				20%	40%	60%	80%	100%	100%
Requisito minimo per il patrimonio di base (Tier 1)			4,5%	5,5%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%
Requisito minimo per il capitale totale			8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
Requisito minimo per il capitale totale più <i>buffer</i> di conservazione del capitale			8,0%	8,0%	8,0%	8,625%	9,25%	9,875%	10,5%
Strumenti di capitale non più computabili nel non-Core Tier 1 e nel Tier 2			Esclusione su un arco di 10 anni con inizio dal 2013						
Indicatore di breve termine (Liquidity Coverage Ratio)	Inizio periodo di osservazione				Introduzione requisito minimo				
Indicatore strutturale (Net Stable Funding Ratio)		Inizio periodo di osservazione						Introduzione requisito minimo	

Figura 1.4 Fasi temporali dell'implementazione delle regole di Basilea III

## 1.4 Gli sviluppi della regolamentazione bancaria in Europa

La dimensione sistemica della crisi che dal 2007 ha prodotto un effetto domino negli intermediari finanziari dell'Unione Europea e, ha indotto la Commissione Europea a ridefinire le regole di condotta per tali intermediari.

Pertanto, fu costituito un gruppo di lavoro guidato da J. De Larosière, con l'obiettivo di ridisegnare le modalità dell'esercizio di vigilanza bancaria, al fine di contenere la crisi e di prevenire, in periodi successivi, il ripetersi di crisi sistemiche.

Prima della crisi, la vigilanza sugli istituti finanziari, era demandata agli Organi di vigilanza dei singoli paesi; successivamente le iniziative poste in essere dalle autorità europee avevano come obiettivo quello di abbattere tale frammentazione. Con il regolamento UE n. 1024 del 2013, ad esempio, si applica un meccanismo unico di vigilanza (Single Supervisory Mechanism) operato dalla Banca Centrale Europea.

Si è così costituito un quadro autoritativo in ambito europeo, formato da un insieme di autorità incaricate alla vigilanza denominato SEVIF (sistema europeo di vigilanza finanziaria) con il fine di preservare la stabilità finanziaria, creare fiducia nel sistema finanziario e garantire una sufficiente protezione ai consumatori dei servizi finanziari.

Questa nuova forma di vigilanza si articola in due componenti principali. La prima, è rappresentata dal Comitato europeo per il rischio sistemico (CERS) con a capo il Presidente della BCE, che ha l'incarico di valutare e controllare i potenziali rischi per la stabilità finanziaria, che derivano dai processi macroeconomici.

La seconda componente è costituita da tre nuove autorità l'EBA, l'ESMA e l'EIOPA, le quali sono affiancate da un network di autorità nazionali che collaborano con le stesse.

Il CERS ha il compito di emanare linee guida per la prevenzione dei rischi macro-sistemici; l'EBA, invece, ha l'incarico di vigilare il settore bancario attraverso l'emanazione di standard di vigilanza. L'ESMA e l'EIOPA devono garantire la regolarità, rispettivamente, dei mercati finanziari e del mercato delle assicurazioni e delle pensioni.

Un'altra funzione del CERS è quella di essere un punto di raccordo tra le banche centrali e le autorità di vigilanza europea consentendo la divulgazione e la condivisione di informazioni e di analisi sulle manovre da implementare nei

paesi appartenenti la Comunità Europea per prevenire ed evitare le crisi finanziarie e la loro propagazione.

Infine il Comitato di Basilea, nel 2011, propone una metodologia per individuare le banche globali sistemicamente rilevanti, denominate in inglese con l'acronimo G-SIB<sup>28</sup>; attraverso l'utilizzo di una molteplicità di indicatori, sia di tipo qualitativo che quantitativo, poiché, secondo il Comitato di Basilea, la rilevanza sistemica di una banca deve essere valutata in base alle conseguenze che un suo fallimento comporterebbe al sistema finanziario internazionale ed all'economia in generale, anziché considerare la rilevanza sistemica in base alla probabilità dell'intermediario finanziario di diventare insolvente.

Gli indicatori selezionati individuano i diversi aspetti che creano le esternalità negative delle banche e le fanno diventare rilevanti per la stabilità del sistema finanziario. Gli indicatori vengono rappresentati da: la dimensione delle banche, il loro grado di interconnessione, la mancanza di sostituti per i servizi che tali banche svolgono, l'operatività in più giurisdizioni svolta dalle banche e la loro complessità, attribuendo una ponderazione del 20% per ciascuna categoria.

Nella tabella sottostante si illustra una sintesi delle ponderazioni e delle relative categorie analizzate dal Comitato di Basilea.

---

<sup>28</sup> Per una lettura approfondita su questo tema vedasi, Basel Committee on Banking Supervision (2014), *"The G-SIB assessment methodology – score calculation"*, BIS, November 2014.

<b>Categoria (ponderazione)</b>	<b>Indicatore</b>	<b>Ponderazione dell'indicatore</b>
Operatività internazionale (20%)	Attività estere	10%
	Passività verso altre giurisdizioni	10%
Dimensione (20%)	Esposizione totale secondo la definizione data dalle disposizioni sull'indice di leva finanziaria di Basilea 3	20%
Interconnessione (20%)	Attività verso altre società finanziarie	6,67%
	Passività verso altre società finanziarie	6,67%
	Indice della provvista all'ingrosso	6,67%
Sostituibilità come operatore di mercato e fornitore di servizi (20%)	Attività in custodia	6,67%
	Pagamenti compensati e regolati mediante sistemi di pagamento	6,67%
	Valore delle transazioni sottoscritte nei mercati obbligazionari e azionari	6,67%
Complessità (20%)	Valore nozionale dei derivati OTC	6,67%
	Attività di terzo livello	6,67%
	Valore delle attività detenute a fini di negoziazione e disponibili per la vendita	6,67%

*Figura 1.5 Ponderazioni delle caratteristiche delle banche nel processo di classificazione G-SIB*

Attraverso l'individuazione delle banche sistemicamente rilevanti il Comitato propone le varie quantità di capitale aggiuntive, definite da Basilea III, da dover detenere. Infine, il Comitato ha individuato degli indicatori supplementari, riguardo la rilevanza sistemica per quantificare altre caratteristiche specifiche per ogni banca, che non sono state individuate dalle misure standard, visibili nella tabella sottostante.

### Elenco degli indicatori supplementari standardizzati

Categoria	Indicatore
Operatività internazionale	Ricavi derivanti dall'operatività estera in rapporto ai ricavi totali
	Attività e passività estere in rapporto alle attività e passività totali
Dimensione	Ricavi lordi o netti
	Capitalizzazione di borsa
Sostituibilità come operatore di mercato e fornitore di servizi	Grado di partecipazione al mercato: 1. valore lordo ai prezzi di mercato delle operazioni pronti contro termine attive e passive e delle operazioni di prestito titoli 2. valore lordo ai prezzi di mercato delle operazioni in derivati OTC
Complessità	Numero di giurisdizioni

*Figura 1.6 Indicatori supplementari per il processo di classificazione G-SIB*

Sul piano qualitativo, invece, la valutazione del Comitato consiste nell'analizzare le scelte strategiche e gestionali intraprese dalle banche.

Dopo aver eseguito un'attenta osservazione della definizione di rischio sistemico e le sue determinanti, fornite dalla letteratura economica di riferimento, dell'evoluzione delle regole e della normativa vigente in questo periodo storico, il presente trattato analizzerà le definizioni delle principali misure di rischio sistemico e le relative applicazioni effettuate dagli autori di tali misure, che saranno usate in un'applicazione parametrica, nell'ultimo capitolo, su un campione di banche europee.

# CAPITOLO II

## Le principali misure di rischio sistemico

2.1 Premessa – 2.2 Il CoVaR – 2.3 Systemic Expected Shortfall – 2.3.1 Il modello economico alla base del Systemic Expected Shortfall – 2.3.2 Le esternalità, il problema del regolatore e la tassazione ottimale – 2.3.3 L'analisi empirica e la misurazione del rischio sistemico – 2.4 Il modello di causalità alla Granger – 2.4.1 Test di causalità alla Granger – 2.5 Gli altri indicatori del rischio sistemico

### 2.1 Premessa

Il sistema finanziario interpreta un ruolo cruciale per l'economia globale, essendo l'intermediario tra gli agenti che hanno bisogno di prendere in prestito e gli operatori che sono disposti a prestare o ad investire. Da ciò deriva il fatto che l'economia globale è strettamente legata a tutti i settori economici, quindi, se il sistema finanziario non funziona correttamente le sue criticità hanno un forte impatto sull'economia reale, questo può essere notato dal deterioramento delle variabili macroeconomiche come il tasso di crescita del PIL, il tasso di disoccupazione ed il deficit pubblico.

Molti di questi problemi derivano da eventi legati al rischio sistemico, che si estendono dal settore bancario all'economia reale. Pertanto, è importante individuare le attuali misure di rischio sistemico per poter comprendere al meglio eventuali situazioni di pre-crisi e, quindi, poter permettere agli opportuni

organi di controllo di attuare le misure più appropriate per prevenire una potenziale crisi.

Nel capitolo precedente sono state enunciate le varie definizioni letterarie di rischio sistemico, dove si sono evidenziate le difficoltà nell'identificare il modello di rischio sistemico condiviso dalla letteratura economica di riferimento.

Nel proseguo del presente capitolo saranno trattate le misure di rischio sistemico che verranno applicate ad un campione di banche europee, inoltre si darà una definizione teorica di altre misure di rischio sistemico ritenute importanti dalla letteratura di riferimento con le rispettive assunzioni teoriche alla base di queste misure.<sup>29</sup>

## 2.2 Il Covar

Nei periodi di crisi finanziaria, le perdite delle istituzioni finanziarie, minacciano il sistema nel suo complesso. La diffusione di un mal funzionamento degli intermediari finanziari dà luogo, come suggerito da Adrian e Brunnermeier (2016), al rischio sistemico, ossia il rischio che la capacità dell'intero sistema finanziario venga compromessa, con conseguenze potenzialmente negative per l'economia reale. Ripercussioni attraverso le istituzioni possono verificarsi direttamente a causa di collegamenti su base contrattuale oppure attraverso un aumento del rischio di controparte<sup>30</sup> o indirettamente tramite effetti sui prezzi e

---

<sup>29</sup> Dopo la crisi dei mutui sub-prime c'è stata una proliferazione di misure di rischio sistemico. Per una lettura approfondita vedasi "A survey of systemic risk analytics", Bisias et al. (2012).

<sup>30</sup> Per rischio di controparte si intende perdita attesa causata dalla possibilità di default di una controparte creditizia. J.C Hull (2015).

spiralità di liquidità. Come risultato di quanto detto, il co-movimento delle attività e delle passività delle istituzioni tende ad aumentare oltre i livelli giustificati dai principi fondamentali del mercato. Le misure di rischio sistemico valutano il possibile aumento di questa variazione attraverso l'analisi dell'andamento congiunto delle code delle distribuzioni dei fondamentali degli intermediari finanziari.

La misura di rischio più comune usata dagli intermediari finanziari, il valore al rischio (VaR), è circoscritta nel rischio di una sola istituzione.

Adrian e Brunnermeier (2011) sostengono che una misura di rischio di una sola banca non necessariamente riflette il rischio sistemico, ossia il rischio che la stabilità finanziaria dell'intero sistema sia minacciata. Inoltre ritengono, in primo luogo, che una misura di rischio sistemico dovrebbe identificare il rischio al sistema apportato da ogni istituzione, la quale è interconnessa con le altre causando delle esternalità negative per le altre imprese bancarie.

In secondo luogo, le misure di rischio dovrebbero riconoscere che il rischio si manifesti nel settore sotto forma di squilibri e bolle e si materializzi solo durante la crisi sistemica.

Gli autori propongono la misura denominata CoVaR per cercare di rispondere alle esigenze precedentemente citate.

Per definire il CoVaR dobbiamo definire prima il VaR. Il VaR fu definito per la prima volta dalla Banca Commerciale Statunitense J.P. Morgan, dove il suo Ceo chiese di ricevere ogni giorno alle 16.15, un'informazione sintetica, espressa da un solo valore monetario, relativa ai rischi di mercato dell'intera banca nei diversi segmenti di mercato e nelle diverse aree geografiche di operatività della banca. Per soddisfare tale esigenza, i risk manager introdussero il VaR, quale misura della massima perdita che una posizione o un portafoglio di posizioni può subire, dato un certo livello di confidenza, entro un predeterminato orizzonte temporale. Quindi il VaR risponde alla domanda:



“Quale è la perdita massima, che potrebbe essere subita entro un determinato orizzonte temporale, tale che vi sia una probabilità molto bassa, per esempio pari all’1%, che la perdita effettiva risulti superiore a tale importo?”.<sup>31</sup>

Pertanto il VaR è implicitamente definito come il q-esimo quantile,

$$\Pr (X^i \leq Var_q^i) = q,$$

dove  $X^i$  è la perdita della variabile dell’istituzione i per la quale il  $Var_q^i$  è definito. In genere il  $Var_q^i$  è un numero negativo.

Adrian e Brunnermeier definiscono il  $CoVar_q^{j|i}$  il VaR dell’istituzione j (oppure del sistema finanziario) condizionatamente ad un evento  $C(X^i)$  dell’istituzione i. Quindi, il  $CoVar_q^{j|i}$  è implicitamente definito dal q-esimo quantile della distribuzione di probabilità congiunta:

$$\Pr (X^j \leq CoVaR_q^{j|C(X^i)} | C(X^i)) = q$$

Inoltre denotano il contributo della banca i alla banca j come:

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=Median^i}.$$

Nel loro paper, gli autori si concentrano nell’evento condizionato  $\{X^i = VaR_q^i\}$ , ossia quando il rendimento del portafoglio di tutte le istituzioni finanziarie è al suo VaR. Il  $\Delta CoVaR_q^i$  denota la differenza tra il VaR del sistema finanziario condizionato allo stress di una particolare istituzione i ed il VaR del sistema finanziario condizionato allo stato mediano dell’istituzione i.

---

<sup>31</sup> Definizione tratta da, “Rischio e Valore nelle banche”, A. Resti e A. Sironi (2008).

La definizione generale di  $CoVaR^{j|i}$ , corrispondente al VaR dell'istituzione  $j$  condizionata dall'istituzione  $i$  quando si trova al suo VaR, permette di studiare le ripercussioni all'interno di una rete di istituzioni finanziarie. In aggiunta, il  $CoVaR^{j|system}$  indica quale istituzione sarebbe più a rischio quando si manifesta un evento di crisi. Il  $\Delta CoVaR_q^{j|system}$  indica l'aumento del VaR dell'istituzione  $j$  nell'ipotesi del manifestarsi di una crisi finanziaria. Gli autori denominano il  $\Delta CoVaR_q^{j|system}$  "exposure CoVaR" poiché misura l'estensione del VaR influenzata da una crisi sistemica.

Gli autori sostengono che il rischio sistemico abbia due componenti importanti: la prima, si forma sullo sfondo di un boom di credito, quando le misurazioni di tale rischio sono molto basse; la seconda componente del rischio sistemico produce effetti di ricaduta, sulle altre istituzioni, che amplificano gli iniziali shock negativi in periodi di crisi. La misura di  $\Delta CoVaR^i$  quantifica gli effetti di ricaduta che si hanno stimando la quantità di rischio che viene aggiunta da ogni singola istituzione al rischio del sistema finanziario. Gli effetti di ricaduta possono essere sia diretti, attraverso legami contrattuali tra le istituzioni finanziarie, sia indiretti, attraverso la vendita di partecipazioni e la conseguente svalutazione del valore di mercato delle stesse, detenute in bilancio dalle altre banche. Inoltre, l'aumento della volatilità potrebbe stringere i margini di manovra ed aumentare gli haircuts praticati alle partecipazioni in sofferenza. Queste ultime considerazioni possono portare a degli scambi sul mercato ancora più frequenti che, a loro volta, aumentano l'impatto della crisi sui prezzi. Il concetto di rischio sistemico utilizzato da Adrian e Brunnermeier (2011) vuole catturare sia gli effetti diretti che gli effetti indiretti di contagio tra le istituzioni finanziarie ed il sistema finanziario.

Il Covar ha, in aggiunta a quanto già esposto, le seguenti proprietà:

- Proprietà della clonazione: dopo aver diviso una grande istituzione sistemica in  $n$  cloni più piccoli, il CoVaR della prima è rigorosamente uguale ai CoVaR degli  $n$  cloni.
- Causalità: il CoVaR non distingue se il contributo al rischio sistemico è causale o semplicemente guidato da un fattore comune.<sup>32</sup>
- Code della distribuzione: il CoVaR si concentra sulla coda della distribuzione ed è una misura più stringente del VaR incondizionato, poiché il CoVaR è un VaR condizionato da un evento negativo, il quale sposta la media verso il basso, aumenta la varianza ed anche altri momenti della distribuzione quali il grado di asimmetria e di curtosi. Il CoVaR, a differenza della covarianza riflette gli spostamenti di questa distribuzione.
- Condizionamento: il CoVaR è condizionato dall'evento  $C$ , il quale corrisponde all'evento che l'istituzione  $i$  si trova al suo VaR, con una probabilità  $q$ . Cioè, la probabilità dell'evento condizionante è indipendente dalla rischiosità della strategia dell'istituzione  $i$ .

---

<sup>32</sup> Gli autori considerano questa proprietà come un vantaggio piuttosto che come uno svantaggio. A sostegno di questa tesi Adrian e Brunnermeier espongono il seguente esempio: analizzando un grande numero di piccoli hedge funds i quali detengono delle posizioni simili e sono finanziati in modo simile, cioè sono esposti agli stessi fattori; se solo un hedge fund è in difficoltà non significa, necessariamente, che causi una crisi sistemica. Tuttavia, se il disagio è dovuto ad un fattore comune anche gli altri hedge funds, gli stessi si troveranno in una situazione di stress. Quindi una misura di rischio sistemico dei fondi, esposti nell'esempio, deve catturare la nozione di essere parte di un gruppo anche in assenza di un nesso causale diretto.

- Endogeneità del rischio sistemico: il CoVaR di ciascuna istituzione è endogeno e dipende dal grado di rischio delle altre istituzioni.<sup>33</sup>
- Direzionalità: il CoVaR è una misura direzionale. Ossia, il CoVaR del sistema condizionato all'istituzione  $i$  non è uguale al CoVaR dell'istituzione  $i$  condizionato al sistema.
- Exposure CoVaR: per temi di risk management, è utile calcolare l'Exposure CoVaR,  $\Delta CoVaR_q^{i|system}$ , che rappresenta il CoVaR dell'istituzione  $i$  condizionato da una situazione di stress dell'intero sistema finanziario ed è simile agli stress test eseguiti dalle singole istituzioni.
- CoES: il CoVaR può essere usato anche per altre misure di "Co-Risk", un esempio è il co-expected shortfall, Co-ES.

Gli autori indicano il  $CoES_q^i$  come l'expected shortfall del sistema finanziario condizionato dall'evento  $X^i \leq VaR_q^i$  dell'istituzione  $i$ . O meglio il  $CoES_q^i$  è definito sulla  $q$ -esima parte della coda della distribuzione di probabilità condizionata:

$$E[X^{system} | X^{system} \leq CoVaR_q^i]$$

il contributo dell'istituzione  $i$  al  $CoES_q^i$  è definito come:

---

<sup>33</sup> Quindi, viene imposta una misura che incorpora le esternalità. Gli autori considerano come punto di forza il fatto che il CoVaR sia una misura di equilibrio, in quanto si adatta ai cambiamenti ambientali e fornisce un incentivo ad ogni istituzione per ridurre l'esposizione al rischio qualora aumenti il rischio sulle altre istituzioni.

$$\Delta CoES_q^i = E[X^{system} | X^{system} \leq CoVaR_q^i] - E[X^{system} | X^{system} \leq CoVaR_{50\%}^i].$$

Lo studio effettuato da Adrian e Brunnermeier effettuato nel 2011 si concentra nel  $VaR_q^i$  e nel  $\Delta CoVaR_q^i$  del tasso di variazione (rendimento) delle “market-valued total financial assets” di un campione di banche commerciali, brokers-dealers, compagnie assicurative e società immobiliari quotate in borsa per un arco temporale che inizia dal primo trimestre del 2006 e termina il quarto trimestre del 2010.

Per il calcolo delle market-valued total financial assets delle imprese, gli autori indicano con  $BA_t^i$  il valore di libro delle attività totali dell’istituzione  $i$  al tempo  $t$  e con  $BE_t^i$  e  $ME_t^i$  il valore di libro e di mercato dell’equity dell’istituzione  $i$  al tempo  $t$ . Inoltre indicano la leva finanziaria (financial leverage) dell’istituzione  $i$  al tempo  $t$  come

$$LEV_t^i = \frac{BA_t^i}{BE_t^i}$$

se ne deduce che

$$A_t^i = LEV_t^i \cdot ME_t^i = BA_t^i \cdot (ME_t^i / BE_t^i)$$

dove con  $A_t^i$  si raffigura la market-valued total financial assets. Quindi viene definito il tasso di crescita del valore di mercato delle attività della banca  $i$  al tempo  $t$ ,  $X_t^i$ , come:

$$X_t^i = \frac{ME_t^i \cdot LEV_t^i - ME_{t-1}^i \cdot LEV_{t-1}^i}{ME_{t-1}^i \cdot LEV_{t-1}^i} = \frac{A_t^i - A_{t-1}^i}{A_{t-1}^i}$$

Nel paper elaborato da Adrian e Brunnermeier, gli stessi focalizzano lo studio sul  $VaR_q^i$  e sul  $\Delta CoVaR_q^i$  del totale delle attività in quanto le ritengono più strettamente correlate all'offerta di credito all'economia reale, poiché il rischio sistemico è una preoccupazione per il benessere economico.

Quest'ultima analisi potrebbe essere ampliata, come suggeriscono gli autori, ad esempio, per calcolare le misure di rischio per le passività o per l'equity dell'istituzione finanziaria, dove per equity si intende la parte residua tra le attività e le passività dell'istituzione finanziaria, quindi il  $\Delta CoVaR_q^i$  applicato all'equity può fornire informazioni aggiuntive riguardo al rischio sistemico incorporato nell'asset-liability mismatch.

Per stimare il CoVaR Adrian e Brunnermeier usano la regressione quantilica, la quale è un'estensione del metodo dei minimi quadrati ordinari perché non stimano funzioni condizionali solo alla media, ma stimano funzioni condizionali ai quantili della distribuzione consentendo, quindi, di ottenere una descrizione più completa di come la distribuzione sia condizionata dalle sue variabili esplicative. (Koenker 2011).

Gli autori, per vedere l'attrattività della regressione quantilica, considerano il valore predetto della regressione quantilica del settore finanziario  $\hat{X}_q^{system,i}$  su una particolare istituzione  $i$  per il  $q$ -esimo quantile:

$$\hat{X}_q^{system,i} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i X^i,$$

dove  $\hat{X}_q^{system,i}$  indica il valore predetto per un particolare quantile condizionato dall'istituzione  $i$ .

Dalla definizione di valore a rischio ne consegue direttamente che:

$$VaR_q^{system} | X^i = \hat{X}_q^{system,i}.$$

Quindi, il valore predetto dalla regressione quantilica del sistema finanziario sull'istituzione  $i$  corrisponde al valore al rischio del sistema finanziario condizionato ad  $X^i$ , nel quale il  $VaR_q$  dato  $X^i$  è semplicemente il  $q$ -esimo quantile della distribuzione di  $X$ .

Attraverso l'utilizzo di un particolare valore predetto di  $X^i = VaR_q^i$  si ottiene la misura del  $CoVaR_q^i$  voluta da Adrian e Brunnermeier, in modo più formale, utilizzando sempre la regressione quantilica, si può scrivere nel seguente modo:

$$CoVaR_q^{system} | X^i = VaR_q^i := VaR_q^{system} | VaR_q^i = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i VaR_q^i.$$

Da quest'ultima equazione si ricava il  $\Delta CoVaR_q^{system|i}$ :

$$\Delta CoVaR_q^{system|i} = \hat{\beta}_q^i (VaR_q^i - VaR_{50\%}^i).$$

Fino ad ora è stata esposta la metodologia per stimare il CoVaR costante nel tempo, gli autori propongono anche un altro metodo per stimare il CoVaR in grado di catturare la variazione del tempo nella distribuzione congiunta di  $X^i$  e  $X^{system}$ . Essi indicano il VaR ed il CoVaR che variano nel tempo scrivendo così nel pedice di queste misure la lettera  $t$  e stimando la variazione nel tempo, condizionata da un vettore di variabili di stato ritardate di un periodo  $M_{t-1}$ .

Adrian e Brunnermeier eseguono la seguente regressione quantilica con i dati settimanali dove con  $i$  si indica l' $i$ -esima istituzione finanziaria:

$$X_t^i = \alpha^i + \gamma^i M_{t-1} + \varepsilon_t^i$$

$$X_t^{system} = \alpha^{system|i} + \beta^{system|i} X_t^i + \gamma^{system|i} M_{t-1} + \varepsilon_t^{system|i}.$$

Successivamente si generano i valori predetti partendo dalle regressioni ottenute prima:

$$VaR_t^i(q) = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\gamma}_q^i M_{t-1},$$

$$CoVaR_t^i(q) = \hat{\alpha}^{system|i} + \hat{\beta}^{system|i} VaR_t^i(q) + \hat{\gamma}^{system|i} M_{t-1}.$$

Infine gli autori calcolano il  $\Delta CoVaR_t^i$  per ogni istituzione:

$$\Delta CoVaR_t^i(q) = CoVaR_t^i(q) - CoVaR_t^i(50\%) = \hat{\beta}^{system|i} (VaR_t^i(q) - VaR_t^i(50\%)).$$

Le variabili di stato sistematiche  $M_{t-1}$  sono ritardate di un periodo ed, inoltre, non devono essere interpretate come fattori di rischio sistematici, ma come variabili che influenzano e modificano la media e la volatilità delle misure di rischio.

Gli autori denotano che, ogni istituzione può essere influenzata da questi fattori di rischio modificando le misure di rischio sistemico in diverse direzioni, senza imporre, per costruzione, specifiche correlazioni delle misure di rischio tra le istituzioni oppure correlazioni tra le diverse misure di rischio per la stessa impresa.

Per la stima del CoVaR e del VaR che variano nel tempo, Adrian e Brunnermeier includono una serie di variabili di stato  $M_t$  le quali hanno due caratteristiche fondamentali, la prima consiste nell'essere delle variabili ritenute



in grado di catturare la variazione del tempo nei momenti condizionali dei rendimenti degli attivi, la seconda, determinante per le variabili di stato, consiste nell'essere liquide e facilmente scambiabili sul mercato.

Le variabili di stato utilizzate dagli autori nel loro paper sono le seguenti:

- VIX, il quale cattura la volatilità implicita nel mercato azionario riferita al Chicago Board Options Exchange.
- Spread di liquidità di breve termine, determinato come la differenza tra il repo rate a tre mesi ed il bill rate a tre mesi. Il valore dello spread misura il rischio di liquidità nel breve termine.
- La variazione nel Treasury bill rate a tre mesi emesso dalla Federal Reserve, secondo gli autori la variazione e non il livello dei T-bill risulta più significativa per spiegare le code della distribuzione del rendimento degli asset del settore finanziario.
- La variazione dell'inclinazione della curva dei rendimenti è calcolata come differenziale di rendimento tra il tasso a dieci anni dei titoli del Tesoro Statunitense ed il bill rate a tre mesi.
- La variazione nel credit spread tra un bond con rating BAA ed i titoli del tesoro con la stessa scadenza.
- Il rendimento settimanale del valore di mercato delle istituzioni.
- Il rendimento settimanale in eccesso del settore immobiliare sul rendimento del mercato.

Dopo aver calcolato i  $\Delta CoVaR_t^i$  di ciascuna impresa gli autori collegano queste misure attraverso le regressioni panel, con le caratteristiche di ciascuna istituzione, che sono il maturity-mismatch, la leva finanziaria, il market-to-book-ratio, la dimensione, il beta e la volatilità del mercato azionario, ottenendo così una misura previsionale denominata *Forward- $\Delta CoVaR$* .

Il campione sul quale Adrian e Brunnermeier (2011) effettuano l'analisi è rappresentato da tutte le banche commerciali, brokers-dealers, compagnie assicurative e società immobiliari quotate in borsa lungo un arco temporale che inizia dal primo trimestre del 2006 e si conclude con l'ultimo trimestre del 2010. I risultati, ottenuti dalla regressione quantilica dei rendimenti degli attivi sulle variabili di stato, denotano che maggiori sono i valori del VIX e dello spread di liquidità nel breve termine e minore è il rendimento del mercato, quindi, in questo caso le misure di rischio tendono ad essere negative. Un'altra considerazione è che un aumento del tasso a tre mesi, una riduzione del *term-spread*, ed un aumento nel *credit-spread* vengono associate ad un livello di rischio più elevato. Le variabili di stato risultano essere una buona proxy per spiegare la variazione nel tempo del CoVaR.

Nell'analisi dei risultati per il *Forward- $\Delta$ CoVaR* le imprese con una leva finanziaria, maturity mismatch aventi dimensioni maggiori rispetto alla media, risultano avere un contributo al rischio sistemico più alto, sia con un livello di confidenza del 5% che dell'1%. Gli autori estendono quest'ultima analisi anche alle holding bancarie, avendo come vantaggio il fatto di possedere più informazioni da inserire per il calcolo del *Forward- $\Delta$ CoVaR*, migliorando così la stima di quest'ultima misura. Con i risultati ottenuti dall'analisi gli autori mostrano che il *Forward- $\Delta$ CoVaR* è una misura controciclica, quindi, è negativamente correlata con i  $\Delta$ CoVaR contemporanei e risulta essere una buona misura previsionale per le covarianze realizzate nelle code della distribuzione dei  $\Delta$ CoVaR contemporanei, così si riescono a prevedere più della metà delle correlazioni manifestatesi durante la crisi finanziaria del 2008. In aggiunta, essendo una misura previsionale, il *Forward- $\Delta$ CoVaR* permette di andare ad individuare le istituzioni che contribuiranno maggiormente, rispetto alle altre istituzioni, al rischio sistemico e che richiederanno o un eventuale

aumento di capitale per far fronte al rischio stesso, oppure dovranno limitare le attività che generano tale rischio.

Adrian e Brunnermeier hanno ampliato il loro elaborato nel 2014, analizzando i rendimenti azionari invece dei rendimenti settimanali del valore di mercato delle attività finanziarie. Nel loro lavoro gli autori esaminano le perdite azionarie, calcolate come le variazioni percentuali del prezzo cambiate di segno, per assicurazioni, banche commerciali, società immobiliari e brokers-dealers quotate in Borsa, relative ad un arco temporale che inizia il primo trimestre del 1971 e si conclude con il secondo trimestre del 2013.

Gli autori, rispetto al precedente paper, introducono un'ulteriore proprietà da attribuire al CoVaR denominata "*Systemic as a part of the herd*". Quest'ultima caratteristica si riferisce all'eventualità che analizza un grande numero di istituzioni finanziarie esposte agli stessi fattori di rischio, poiché esse detengono simili posizioni e sono finanziate in modi analoghi, la possibilità che se un'impresa di questo gruppo si trova in difficoltà finanziaria non necessariamente sarà la causa di una crisi sistemica. Tuttavia, se le difficoltà dell'istituzione sono generate da un fattore comune a più istituzioni, allora anche le altre istituzioni si potrebbero trovare in sofferenza. Quindi, secondo Adrian e Brunnermeier, è di cruciale importanza il fatto che la misura del contributo al rischio sistemico riesca a catturare la peculiarità di un'istituzione di essere "*Systemic as a part of the herd*", anche se non sussiste una relazione diretta con un'altra istituzione.

Gli autori, rispetto al lavoro del 2011, formulano un'ulteriore analisi, denominata  $\Delta^{\$}CoVaR$ , che considera la dimensione dell'*i*-esima istituzione, presa in esame, al fine di eseguire confronti tra le istituzioni; ripetono l'analisi precedente lungo un intervallo temporale più esteso, che inizia dal penultimo trimestre del 1926 e si conclude il secondo trimestre del 2013. Con quest'ultimo studio, gli autori

rilevano che le misure di rischio sistemico non risultano elevate durante la crisi del 29 rispetto a quelle calcolate durante la crisi finanziaria iniziata nel 2007, dando come spiegazione il fatto che i quattro settori analizzati non rappresentano pienamente i rischi che hanno caratterizzato la Grande Depressione.

Nonostante ciò, le due serie analizzate, ovvero quella che inizia nel 1926 e l'altra iniziata nel 1971, sono correlate al 96%. Quest'ultimo dato conferisce al modello del CoVaR un'importante considerazione: un arco temporale più breve produce una stima più accurata del contributo al rischio delle singole istituzioni rispetto al campione analizzato lungo un orizzonte temporale più esteso.

Adrian e Brunnermeier, per la stima del *Forward- $\Delta$ CoVaR*, utilizzano come caratteristiche delle imprese solamente il *maturity mismatch*, la leva finanziaria, la dimensione ed un *boom indicator*, che calcola il numero di trimestri consecutivi nei quali l'istituzione si trova nel decile più alto del market-to-book ratio di tutte le istituzioni finanziarie analizzate nel campione. I risultati ottenuti da quest'ultima analisi indicano che le caratteristiche prese in esame hanno un forte potere predittivo per la stima del rischio sistemico e la misura ottenuta riesce a prevedere in maniera significativa più di un terzo delle covarianze realizzate durante la crisi.

## 2.3 Systemic Expected Shortfall

I fallimenti e le ingenti perdite delle istituzioni finanziarie possono imporre esternalità negative al resto dell'economia e la crisi finanziaria del 2007-2009 fornisce un'ampia dimostrazione dell'importanza di contenere questo rischio. Tuttavia, le normative finanziarie vigenti, come i requisiti patrimoniali di Basilea, sono destinati a limitare i rischi di ciascuna istituzione vista in isolamento rispetto alle altre istituzioni. Queste normative non sono sufficientemente

incentrate sul rischio sistemico, anche se quest'ultimo è l'evento dal quale parte il ragionamento dei regolatori. Di conseguenza, mentre i rischi individuali possono essere trattati correttamente in tempi ragionevolmente normali, il sistema finanziario rimane fragile e vulnerabile agli shock macroeconomici. (Acharya 2009).<sup>34</sup>

La necessità di fondamenta economiche per una misura di rischio sistemico non è solo una preoccupazione accademica ma è una necessità reale, di ciò ne è prova il fatto che le autorità regolatrici di tutto il mondo considerano come ridurre i rischi ed i costi causati dalle crisi sistemiche. Ovviamente è difficile, se non impossibile, trovare una misura sistemica di rischio che sia allo stesso tempo rilevante in senso pratico e giustificata da un modello di equilibrio generale. Infatti, il divario tra i modelli teorici e le esigenze pratiche dei regolatori è stato così ampio per misure come il valore a rischio (VaR), elaborato per risolvere il rischio di una sola istituzione.

Viral Acharya, Lasse Pedersen, Thomas Philippon e Matthew Richardson provano a colmare questo divario studiando un modello teorico che si basa sul comune denominatore di vari modelli di equilibrio generale basato su misure statistiche ben note alla letteratura economica di riferimento. Il modello sviluppato dagli autori si basa su due assunzioni, la prima si riferisce al fatto che l'eventuale fallimento delle istituzioni finanziarie impone dei costi causati dalla presenza dei creditori coperti da assicurazione e dalla possibilità di salvataggio ex-post; la seconda, invece, riguarda il fatto che la sotto-capitalizzazione delle banche produce delle esternalità negative che si estendono su tutta l'economia.

---

<sup>34</sup> Per un approfondimento sull'intrinseca tensione tra la regolazione micro-prudenziale e quella macro-prudenziale vedasi "*A theory of systemic risk and desing of prudential bank regulations.*", Acharya (2009).

Il modello esamina da un lato un numero di istituzioni finanziarie che stabiliscono quanto capitale devono raccogliere, basandosi sul profilo di rischio scelto per massimizzare il rendimento di mercato; dall'altro, il regolatore considera il risultato aggregato delle operazioni intraprese dalle banche, tenendo conto della perdita di ciascuna banca durante un fallimento bancario idiosincratco e le esternalità che si verificano in una crisi sistemica, cioè quando il capitale aggregato nel settore bancario è sufficientemente basso.

Prima di poter enunciare il modello economico elaborato da Acharya e al. si ha la necessità di introdurre un'altra misura di rischio molto utilizzata dal settore bancario, l'expected shortfall (ES).

Quest'ultima misura è la perdita attesa condizionatamente al fatto che la perdita è maggiore del VaR dell'impresa analizzata:

$$ES_{\alpha} = -E(R|R \leq -VaR_{\alpha})$$

L'expected shortfall è la media dei rendimenti nei giorni in cui la perdita del portafoglio supera il suo VaR. Gli autori si concentrano sull'expected shortfall invece che sul VaR per varie ragioni. Una di esse consiste nel fatto che il VaR non è robusto nella fattispecie in cui le scommesse asimmetriche, molto rischiose, potrebbero non produrre un grande VaR. Il motivo che si trova alla base di questa considerazione si fonda sul fatto che se l'istituzione ha una perdita maggiore del VaR al 5% o all'1%, il VaR non cattura tale perdita, mentre l'expected shortfall non presenta questo tipo di problema. La seconda ragione per preferire l'expected shortfall, secondo gli autori, riguarda il fatto che il VaR non è una misura coerente di rischio poiché il VaR della somma di due portafogli può essere maggiore della somma dei VaR dei singoli portafogli, mentre questa situazione non può accadere quando si utilizza l'expected shortfall.

Per la gestione dei rischi, i prezzi di trasferimento e l'allocazione del capitale le banche necessitano di suddividere le perdite totali per ciascun gruppo funzionale dell'istituzione finanziaria. Acharya e al. Suggestiscono di decomporre il rendimento della banca  $R$  nella somma di ogni rendimento  $r_i$  derivante da ogni gruppo, per cui si ha  $R = \sum_i y_i r_i$ , dove  $y_i$  rappresenta il peso di ogni  $i$ -esimo gruppo della banca.

Dalla definizione dell'expected shortfall si nota che l'espressione sottostante rappresenta l'expected shortfall del portafoglio:

$$ES_\alpha = -\sum_i y_i E(r_i | R \leq -VaR_\alpha).$$

Dall'espressione sottostante, invece, si può vedere la sensitività del rischio totale all'esposizione  $y_i$  per ogni gruppo:

$$\frac{\partial ES_\alpha}{\partial y_i} = -E(r_i | R \leq -VaR_\alpha) \equiv MES_\alpha^i,$$

dove  $MES^i$  è il marginal expected shortfall del gruppo  $i$ . Il marginal expected shortfall misura quanto l'assunzione del rischio del gruppo  $i$  aggiunga al rischio totale della banca. Gli autori considerano il sistema finanziario formato da un numero di banche, come se lo stesso fosse una banca costituita da vari gruppi, e suggeriscono di analizzare l'expected shortfall dell'intero sistema finanziario indicando con  $R$  il rendimento del settore bancario aggregato o dell'intera economia. Quindi, il contributo apportato da ogni banca a questo rischio può essere misurato dal rispettivo marginal expected shortfall.

### 2.3.1 Il modello economico alla base del Systemic Expected Shortfall

Il modello economico costruito da Acharya e al. (2010) è formato da N banche con  $i=1,..N$  e due periodi temporali  $t=1,0$ . Ogni banca sceglie quanto  $x_j^i$ , allocato in debito od equity, da investire negli asset disponibili  $j=1,..J$ , così da ottenere il totale attività  $a^i$  nel modo sottostante:

$$a^i = \sum_{j=1}^J x_j^i.$$

Gli azionisti di ogni banca hanno un capitale iniziale pari a  $\bar{w}_0^i$ , di cui una parte  $w_0^i$  rimane all'interno della banca come capitale sociale e la parte restante viene distribuita come dividendo per gli azionisti, oltre ad essere utilizzata per altre attività. Quindi, il totale degli asset  $a^i$  per la banca  $i$  è costituito dalla somma tra il capitale sociale ed il debito raccolto  $b^i$ , espresso analiticamente nella seguente espressione:

$$w_0^i + b^i = a^i.$$

Gli asset, nel tempo 1, hanno un rendimento  $r_j^i$  per ogni dollaro investito dalla banca  $i$  ed il valore di mercato complessivo delle attività della banca  $i$ , nel periodo 1, è  $y^i = \hat{y}^i - \phi^i$ , dove con  $\phi^i$  rappresenta il costo del dissesto finanziario e  $\hat{y}^i = \sum_{j=1}^J r_j^i x_j^i$  corrisponde al rendimento delle attività prima della turbolenza finanziaria.

I costi del dissesto finanziario sono una funzione, secondo gli autori, del valore di mercato delle attività della banca e del valore facciale  $f^i$  dei debiti insoluti:



$$\phi^i = (\hat{y}^i, f^i).$$

Gli autori quando parlano di costi causati dal dissesto finanziario, si riferiscono ad un evento che non deve per forza concludersi nel default, ma i costi, potrebbero essere relativi anche ad altre problematiche finanziarie, nelle quali potrebbero incorrere gli intermediari finanziari.

L'unicità delle banche rispetto alle altre imprese consiste nel poter beneficiare di garanzie da parte dei Governi nazionali su parte dei propri debiti e nell'eventualità di una crisi finanziaria di generare delle esternalità negative al resto dell'economia.

Acharya e al., per includere le varie tipologie di garanzie effettuate dai Governi, assumono che una porzione  $\alpha^i$  del debito sia implicitamente o esplicitamente garantita dal Governo; in questo modo il valore facciale del debito corrisponde a:

$$b^i = \alpha^i f^i + (1 - \alpha^i) E[\min(f^i, y^i)].$$

Nonostante l'attenzione dello studio sia incentrata sul rischio sistemico, gli autori includono il debito garantito dal Governo per sottolineare le differenti implicazioni normative tra il rischio sistemico ed i depositi assicurati, poiché il debito garantito può essere considerato come i depositi, con la differenza che include anche le garanzie implicite.

Il patrimonio netto della banca,  $w_1^i$ , al tempo 1 corrisponde alla differenza tra i ricavi, il costo del dissesto finanziario ed il valore nominale dei debiti inesigibili:

$$w_1^i = y^i - \phi^i - f^i.$$

Gli azionisti della banca beneficiano di una responsabilità limitata, quindi in caso di default non devono ripagare l'intero ammontare dei debiti, ma solo una parte di essi pari a  $(1 - \alpha)$  poiché la parte rimanente è garantita dallo Stato. I soci della banca possiedono un capitale pari a  $1_{[w_1^i > 0]} w_1^i$  ed hanno come obiettivo la seguente massimizzazione vincolata:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max c \times (\bar{w}_0^1 - w_0^i - \tau^i) + E \left( u \left( 1_{[w_1^i > 0]} \times w_1^i \right) \right) \\ \text{s. t.} \\ w_0^i + b^i = a^i \\ w_1^i = y^i - \phi^i - f^i \end{array} \right.$$

sotto i vincoli, illustrati precedentemente, dell'ammontare del patrimonio netto disponibile ed il vincolo di bilancio. Nella funzione di massimizzazione, con  $E \left( u \left( 1_{[w_1^i > 0]} \times w_1^i \right) \right)$  si intende la funzione di utilità dei guadagni al tempo 1, mentre  $(\bar{w}_0^1 - w_0^i - \tau^i)$  corrisponde alla dotazione iniziale di patrimonio che viene utilizzata dalla banca immediatamente o utilizzata per altre attività, e la parte restante di dotazione viene conservata come capitale sociale  $w_0^i$  oppure viene usata per pagare le tasse della banca  $\tau^i$ , tutto ciò verrà illustrato con maggiore attenzione nel seguito dell'elaborato. Il parametro  $c$ , invece, può avere diverse interpretazioni, come una misura dell'utilità immediata derivante dal consumo del capitale sociale, più specificatamente come il costo opportunità dello stesso. Gli azionisti potrebbero aumentare la dotazione iniziale al costo  $c$ , oppure potrebbero finanziarsi attraverso il ricorso al debito con dei vantaggi in termini fiscali o come incentivo a raggiungere risultati migliori per poter ripagare tale debito.

## 2.3.2 Le esternalità, il problema del regolatore e la tassazione ottimale

Il regolatore dal suo punto di vista ha l'obiettivo di massimizzare la funzione del benessere (welfare)  $P^1 + P^2 + P^3$ , la quale è composta da tre componenti: la prima corrisponde alla somma delle utilità degli azionisti di tutte le banche,

$$P^1 = \sum_{i=1}^N c \times (\bar{w}_0^i - w_0^i - \tau^i) + E \left[ \sum_{i=1}^N u^i \left( 1_{[w_1^i > 0]} \times w_1^i \right) \right].$$

La seconda parte rappresenta il costo atteso del debito garantito dallo stato, nel quale il parametro  $g$  individua i costi amministrativi ed i costi per la riscossione delle tasse,

$$P^2 = E \left[ g \sum_{i=1}^N 1_{[w_1^i < 0]} \alpha^i w_1^i \right],$$

il costo viene pagato condizionatamente al fallimento dell' $i$ -esima istituzione ed una frazione  $\alpha^i$  del deficit viene coperta.

La terza ed ultima parte della funzione del benessere cattura le esternalità della crisi finanziaria,

$$P^3 = E \left[ e \times 1_{[W_1 < zA]} \times (zA - W_1) \right],$$

nella quale  $A$  rappresenta le attività aggregate del sistema e  $W_1$  è il capitale bancario necessario per supportare tali attività al tempo 1.

Una crisi sistemica si manifesta nel momento in cui il capitale bancario  $W_1$  scende al di sotto di una frazione  $z$  delle attività  $A$ . La caratteristica che gli autori cercano di ottenere, nel modo più semplice possibile, è la soglia di

capitale minima necessaria affinché si possa evitare una restrizione del credito erogato dagli istituti bancari ed il manifestarsi delle “fire sales”<sup>35</sup>. Il costo delle esternalità è nullo finché il capitale finanziario aggregato si trova al di sopra della soglia minima e cresce in modo lineare quando scende al di sotto di tale soglia. Quando il settore finanziario si trova in dissesto, il parametro  $e$  corrisponde alla misura della gravità dell’esternalità per l’economia.

La formulazione di crisi sistemica espressa da Acharya et al. risulta consistente con gli stress test effettuati dalla Federal Reserve negli Stati Uniti durante la primavera del 2009, ed aiuta ad individuare la differenza cruciale tra “rischio sistemico” e “rischio idiosincratco”. Queste ultime considerazioni comportano la constatazione che il fallimento di una banca in un sistema ben capitalizzato non implica nessuna esternalità all’economia.

Il problema del regolatore consiste nella scelta di un’ottimale sistema di tassazione  $\tau^i$  in grado di massimizzare la funzione del benessere sotto lo stesso vincolo tecnologico degli agenti privati. Il regolatore, secondo gli autori, non ha la possibilità di redistribuire il denaro tra le banche al tempo 1, quindi, pone l’attenzione dello studio su come si possano allineare, ex-ante, gli incentivi. Infatti, l’immissione di capitale ex-post, agli istituti che si trovano in difficoltà, creerebbe un problema di “moral hazard”, mentre lo studio si concentra sulla misurazione e gestione del rischio sistemico ex-ante. Nel fare ciò, gli autori basano i loro ragionamenti seguendo l’analisi dell’efficienza vincolata presentata nella letteratura dalla liquidità, in riferimento alla quale il pianificatore è solitamente obbligato a detenere solo attività liquide nel periodo iniziale.

---

<sup>35</sup> Attraverso il termine “fire sales” gli autori intendono la vendita di attività ad un prezzo enormemente scontato.

Considerato che gli autori rivolgono la loro attenzione al settore finanziario e non al modello dell'intera economia, viene imposto che la tassa aggregata pagata dalle banche al tempo 0 corrisponda ad una costante:

$$\sum_i \tau^i = \bar{\tau}.$$

Varie interpretazioni sono state proposte per questa equazione. Una rappresenta la possibilità che il governo addebiti ex-ante il costo atteso del programma di assicurazione del debito, oppure che essa sia il costo atteso dell'esternalità generata dalla crisi finanziaria di un'istituzione bancaria.

L'equazione potrebbe essere interpretata anche come una parte di un vasto programma di massimizzazione, nel quale il pianificatore vorrebbe massimizzare l'utilità degli azionisti delle banche e degli altri agenti. Il programma completo fisserebbe una tassa  $\tau$ , tale da risolvere il problema del regolatore finanziario per ogni livello di trasferimento tra le banche ed il resto dell'economia.

Il sistema di tassazione ottimale dipende, secondo gli autori, dalla previsione effettuata da ciascuna banca del valore relativo della propria esposizione al rischio idiosincratico ed al rischio sistemico.

La prima componente dell'equazione si esplicita nella expected shortfall in caso di default:

$$ES^i = -E[w_1^i | w_1^i < 0].$$

La seconda componente, definita come la systemic expected shortfall della banca  $i$ , è pari all'ammontare di capitale  $w_1^i$  minore del livello target, il quale è una funzione  $z$  degli asset  $a^i$ , nell'eventualità di una crisi sistemica quando il

capitale aggregato del sistema bancario  $W_1$  è inferiore  $z$  volte le attività aggregate:

$$SES^i = E[za^i | W_1 < zA].$$

La condizione di sottocapitalizzazione del sistema bancario può essere evitata, secondo gli autori, se ogni banca riesce a mantenere il proprio capitale maggiore della  $z$ -esima frazione delle proprie attività, quindi, il capitale richiesto è la stessa frazione  $z$  delle attività di tutte le banche.

Da una banca che ha un SES positivo, secondo Acharya et al., si attende che, la stessa, contribuirà, in futuro, ad una crisi sistemica poiché il suo livello di capitale risulta inferiore a quello richiesto. Quindi, la SES è una misura chiave per comprendere il contributo che ogni banca apporta al rischio sistemico.

Attraverso l'uso del SES e del ES si può garantire un sistema fiscale che garantisce l'allocazione ottimale delle risorse. Il problema del regolatore, come enunciato precedentemente, è quello di scegliere uno schema tassativo in grado di mitigare il rischio sistemico e gli effetti inefficienti generati dall'assicurazione sul debito. La tempistica della tassazione ottimale è quella che prevede che le banche scelgano prima la loro allocazione delle attività ed il loro livello di indebitamento e successivamente paghino le tasse. Queste ultime, quindi, sono condizionate dalle scelte effettuate dalle istituzioni bancarie, imponendo delle tasse maggiori alle banche che generano maggiore rischio sistemico.

Il risultato efficiente si ottiene imponendo una tassa pari a:

$$\tau^i = \frac{\alpha^i g}{c} \times Pr(w_1^i < 0) \times ES^i + \frac{e}{c} \times Pr(W_1 < zA) \times SES^i + \tau_0,$$

dove  $\tau_0$  è una tassa in forma fissa per la quale viene soddisfatta l'equazione.

Ogni banca deve essere tassata in base alla sua probabilità di default  $Pr(w_1^i < 0)$  moltiplicato per le perdite attese in caso di fallimento, tenendo sempre presente che tali perdite sono assicurate dal governo, nelle quali  $\alpha^i$  corrisponde alla frazione di debito assicurato. Le tasse dovrebbero essere tanto minori quanto maggiore è la raccolta di capitali attraverso il mercato privato ( $c > 1$ ) e tanto maggiori quanto è maggiore il costo di finanziamento del governo,  $g$ .

La prima parte dell'equazione appena enunciata rappresenta una misura di rischio degli azionisti della banca, indipendentemente dalla relazione con il sistema finanziario, ed è molto simile al calcolo del value-at-risk che si effettua internamente nelle istituzioni bancarie.

La seconda parte della tassazione nella stessa equazione dipende dalla probabilità che una crisi sistemica  $Pr(W_1 < zA)$  si verifichi, ovvero dalla probabilità che il capitale del sistema finanziario sia inferiore ad una quota  $z$  del totale delle attività, e dal contributo che ciascuna banca apporta al rischio sistemico misurato attraverso la systemic expected shortfall. La seconda parte, poi, viene successivamente moltiplicata per un fattore  $e$  che rappresenta l'intensità dell'esternalità e divisa per il costo del capitale della banca, pari a  $c$ , ciò impone alle banche private di assorbire le esternalità del sistema finanziario in crisi.

Il sistema di tassazione ottimale considera, in caso di dissesto, ogni tipo di costo che il sistema finanziario sopporta e, il pianificatore riduce la fiscalità quando il capitale è eccessivamente costoso al tempo 0.

Un fatto importante da notare consiste nel capire quali siano le informazioni necessarie per l'implementazione del sistema fiscale ottimale. Il pianificatore non ha bisogno di conoscere le funzioni di utilità e le opportunità di investimento delle singole banche, mentre, necessita di stimare la probabilità di una crisi aggregata e la perdita condizionata del capitale di una singola impresa quando è in corso una crisi sistemica.

Gli autori sostengono che il pianificatore nella realtà non sarebbe in grado di osservare o misurare tali funzioni, quindi gli stessi provano ad effettuarne la stima, mediante l'utilizzo dei dati di mercato, effettuando la loro analisi empirica, la quale inizia con la stima della perdita condizionata di capitale di un'impresa in crisi.

### **2.3.3 L'analisi empirica e la misurazione del rischio sistemico**

La politica fiscale ottimale appena esposta è composta dalla somma di due componenti: la prima è il rischio specifico dell'istituzione, ovvero la perdita attesa proveniente dalle passività garantite, mentre la seconda è una componente sistemica, vale a dire, il costo sistemico atteso durante il verificarsi di una crisi del sistema finanziario.

Nella pratica, il pianificatore dovrebbe essere in grado di prevedere le perdite condizionali prima che si verifichi una crisi, utilizzando qualsiasi variabile economica risulti utile per tale procedimento. Acharya et al. per spiegare le relazioni che legano la SES con le variabili di mercato osservabili, iniziano la loro spiegazione considerando gli eventi sistematici del loro modello ( $W_1 < zA$ ) come i valori estremi di una distribuzione, i quali possono verificarsi una o due volte al massimo in dieci anni. Gli autori definiscono con  $I_{5\%}$  gli eventi sistemici e li associano al 5% dei peggiori rendimenti di mercato giornalieri. Attraverso questa analisi è possibile definire la marginal expected shortfall (MES), ottenuta utilizzando i rendimenti di capitale netto dell'impresa i durante i giorni di cattivi rendimenti di mercato nel seguente modo:

$$MES_{5\%}^i = -E \left[ \frac{w_1^i}{w_0^i} - 1 \mid I_{5\%} \right].$$



Il pianificatore deve utilizzare le informazioni ottenute attraverso la stima della  $MES_{5\%}^i$  per stimare, a sua volta, cosa potrebbe accadere durante una crisi reale, poiché, mediante il calcolo del MES, si ottiene come risultato una stima della perdita attesa condizionata antecedente al verificarsi di una crisi sistemica. Per poter stabilire una relazione tra i rendimenti moderatamente cattivi e quelli che si considerano peggiori, gli autori utilizzano la teoria dei valori estremi, la quale studia le deviazioni estreme dal valor medio di una distribuzione di probabilità per una specifica variabile oggetto di studio. Nello specifico, gli autori definiscono nel seguente modo il rendimento di un titolo  $j$  della banca  $i$ :

$$r_j^i = \eta_j^i - \delta_{i,j}\epsilon_j^i - \beta_{i,j}\epsilon_m,$$

dove  $\eta_j^i$  segue una distribuzione con code sottili, come la distribuzione Gaussiana ad esempio, mentre  $\epsilon_j^i$  e  $\epsilon_m$  seguono una distribuzione a legge di potenza indipendente con esponente pari a  $\zeta$ . Il fattore  $\eta_j^i$  rileva le variazioni giornaliere dei rendimenti, mentre la distribuzione a legge di potenza spiega le grandi variazioni, sia di natura idiosincratca ( $\epsilon_j^i$ ) che di natura sistemica ( $\epsilon_m$ ). La sensibilità rispetto al rischio sistemico dell'attività  $j$  della banca  $i$  viene individuata dal termine  $\beta_{i,j}$ .

Attraverso l'utilizzo della distribuzione a legge di potenza gli autori ottengono la seguente proposizione:

$$\frac{SES^i}{w_0^i} = \frac{za^i - w_0^i}{w_0^i} + kMES_{5\%}^i + \Delta^i,$$

$$\text{dove } \Delta^i \equiv \frac{E[\phi^i | W_1 < zA] - k \times E[\phi^i | I_{5\%}]}{w_0^i} - \frac{(k-1)(f^i - b^i)}{w_0^i}.$$

L'equazione appena enunciata rivela come la SES sia formata da tre componenti: la prima corrisponde all'eccesso di indebitamento ex-ante  $\frac{za^i}{w_0^i} - 1$ ; la seconda determinante della SES è la marginal expected shortfall, MES, misurata mediante l'utilizzo dei dati pre-crisi e moltiplicata per un fattore k che rappresenta i peggiori rendimenti registrati durante la crisi; la terza componente è costituita da un termine di aggiustamento  $\Delta^i$  nel quale la parte di maggior rilievo è  $E[\phi^i | W_1 < zA] - k \times E[\phi^i | I_{5\%}]$ , che misura l'eccesso di costo della crisi finanziaria; mentre, la seconda parte di  $\Delta^i$ , invece, descrive il rendimento in eccesso dei bond generato dal rischio di credito, che è quantitativamente molto piccolo poiché lo spread aggiuntivo generato dal rischio di credito è moderatamente contenuto ex-ante.

Il modello implicito di misurazione del rischio sistemico, appena enunciato, è stato utilizzato dagli autori per quantificare sia il rischio sistemico durante la crisi del 2007-2009, che per verificarne la validità empirica. Lo scopo dell'analisi effettuata è di poter predire la systemic expected shortfall, gli autori, a tale scopo, utilizzano il valore del livello di indebitamento ed il MES.

Acharya et al. dividono la formula per la SES di ogni banca per l'ammontare di capitale netto iniziale  $w_0^i$ , al fine di controllare la dimensione dell'istituto, viene generata, pertanto, la seguente formula:

$$\frac{SES^i}{w_0^i} = \frac{za^i}{w_0^i} - 1 - E \left[ \frac{w_1^i}{w_0^i} - 1 \mid W_1 < zA \right].$$

La prima parte  $\frac{za^i}{w_0^i} - 1$ , misura se il livello di indebitamento della banca i sia già troppo elevato. Una crisi sistemica si genera quando il capitale aggregato del

settore bancario è z volte inferiore il totale delle attività, quindi il livello di indebitamento moltiplicato per z dovrebbe essere minore di 1; invece, quando si ha un valore positivo di  $\frac{za^i}{w_0^i} - 1$  la banca i si trova, già, sottocapitalizzata al tempo 0.

Il secondo termine rappresenta il rendimento del patrimonio netto quando si ha una crisi sistemica e la somma di queste due parti determina se la banca sarà sottocapitalizzata, qualora ci sia una crisi sistemica.

Acharya et al. hanno utilizzato un livello di rischio del 5% per calcolare la marginal expected shortfall di ciascuna banca, calcolando la media del 5% dei rendimenti giornalieri peggiori registrati durante il periodo di crisi considerato:

$$MES_{5\%}^i = \frac{1}{\#giorni} \sum R_t^i,$$

dove con t si intende il numero dei giorni in cui l'istituzione i ha avuto le performance peggiori.

La seconda componente necessaria per il calcolo del contributo al rischio sistemico di ogni banca è il livello di indebitamento, che viene calcolato nel modo seguente:

$$LVG^b = \frac{v. cont. attività - v. cont. patrimonio netto + v. merc. patr. netto}{val. mercato del patrimonio netto}$$

Gli autori per verificare la validità del modello, cioè se le misure di rischio sistemico misurate prima della crisi finanziaria del 2007-2009 siano in grado di prevedere il rischio realizzato ex-post, effettuano la loro analisi, durante la crisi, su tre scenari:

1. le perdite di capitale dei grandi istituti finanziari, stimate attraverso gli stress test del Febbraio 2009 dalle autorità regolamentari;
2. il rischio sistemico generato dalla diminuzione di valore del capitale delle istituzioni finanziarie di grandi dimensioni;
3. l'aumento del rischio di credito registrato dai credit default swaps (CDS) delle grandi istituzioni finanziarie.

Il primo scenario si riferisce agli stress test effettuati dalla Federal Reserve sui 19 più grandi gruppi bancari, per un periodo di due mesi. Il programma consisteva nel chiedere ai grandi istituti bancari quali fossero i loro bisogni di capitale, da dover raccogliere, se la situazione economica fosse diventata peggiore. Nel Maggio del 2009, l'analisi fu resa pubblica e si poté apprendere che 10 istituti bancari necessitavano di un iniezione di capitale pari a 76.4 miliardi di dollari.<sup>36</sup>

Il rischio sistemico di questa analisi è stato calcolato come il rapporto tra le perdite registrate e l'ammontare di Tier 1, la componente primaria del capitale della banca. Gli autori utilizzando delle regressioni multivariate hanno ottenuto come risultato che sia la Marginal Expected Shortfall sia il livello di indebitamento possiedono un notevole potere esplicativo, ottenendo come risultato un  $R^2$  aggiustato pari a circa il 50%. Questo risultato è soddisfacente per gli autori, poiché le autorità regolamentari hanno a disposizione una quantità di dati maggiori rispetto ad Acharya et al, i quali utilizzano solo i dati reperibili pubblicamente.

Nella seconda analisi, invece, sono state esaminate 102 istituzioni finanziarie che nel mese di Giugno del 2007 presentavano una capitalizzazione di mercato

---

<sup>36</sup> Per una lettura approfondita leggesi "*The Supervisory Capital Assessment Program: Overview of Results*", May 2009, Board of Governors of the Federal Reserve System.

superiore a 5 miliardi di dollari. Lo scopo di questa analisi consiste sia nello stimare il MES ed il livello di indebitamento, utilizzando i dati raccolti un anno prima della crisi, quindi da Giugno 2006 fino a Giugno 2007, che nell'osservare il potere predittivo delle variazioni cross section nelle performance degli istituti finanziari durante la crisi. Gli autori, inoltre, analizzano anche il potere incrementale del MES e del leverage rispetto alle misure di rischio standard come l'Expected Shortfall, la volatilità dei rendimenti e il Beta. Il rischio sistemico viene individuato nel Realized Systemic Expected Shortfall (RSES), espresso nella somma delle performance dei rendimenti azionari durante la crisi. Anche in questo scenario è stata effettuata una regressione lineare nella quale la variabile indipendente veniva rappresentata dal RSES e le variabili dipendenti erano le varie misure di rischio esposte precedentemente. Quest'ultima analisi è stata elaborata con lo scopo di esaminare se le variabili individuate dal modello siano in grado di prevedere, in un periodo di pre crisi, gli eventi sistemici che seguiranno. In aggiunta, Acharya et al. analizzano il rischio sistemico tra gli istituti di deposito, gli istituti non di deposito, le compagnie di assicurazione ed i Security e Commodity Brokers. I primi, insieme alle compagnie di assicurazione presentano un minore livello di rischio assoluto, misurato sia dalla expected shortfall che dalla volatilità dei rendimenti giornalieri delle azioni, ed anche una minore correlazione con il mercato, anche se il livello di indebitamento degli istituti di deposito risulta elevato rispetto alle compagnie di assicurazione. Mentre i brokers/dealers, anch'essi enormemente indebitati, sono i soggetti più esposti al rischio sistemico. I risultati ottenuti da questa analisi denotano una forte correlazione tra il rischio sistemico, individuato con la RSES, il MES ed il livello di indebitamento, fornendo, così, un'ulteriore prova della bontà del modello esposto dagli autori.

Nel terzo scenario si considerano solo 40 istituzioni finanziarie su 102 poiché sono le uniche a detenere un debito a lungo termine sufficiente per effettuare

l'analisi. Con questo studio si esaminano gli spread dei Credit Default Swap delle rispettive 40 istituzioni. Analogamente alle analisi precedenti la Marginal Expected Shortfall è stata ottenuta calcolando la media aritmetica del 5% dei giorni peggiori su un portafoglio di rendimenti dei CDS da Giugno 2006 a Luglio 2007. Mentre, per la Systemic Expected Shortfall sono state calcolate le performance del portafoglio di rendimenti dei CDS durante il periodo di crisi. Anche in questo caso i risultati mostrano che il CDS MES possiede una buona capacità predittiva sulle variazioni future del valore di un'istituzione durante un evento sistemico del settore finanziario.

I risultati ottenuti da queste analisi mostrano che sussiste una forte relazione tra il MES ed il rischio sistemico ed insieme al leverage riescono a prevedere il contributo al rischio sistemico di ciascuna banca, fornendo al regolatore delle utili informazioni per individuare le istituzioni finanziarie che potrebbero avere dei problemi durante una crisi sistemica, le quali dovrebbero essere tassate secondo il modello di Acharya et al., in modo da limitare il loro contributo al rischio sistemico.

## **2.4 Il modello di causalità alla Granger**

La crisi finanziaria del 2007-2009 originatasi negli Stati Uniti e la successiva crisi del debito sovrano in Europa, hanno prodotto un rinnovato interesse nella letteratura economica per l'importanza che il rischio sistemico riveste nell'economia. Questo interesse scaturisce anche dall'importanza che le relazioni e le interconnessioni tra gli intermediari finanziari siano state un canale di propagazione del rischio sistemico.

Nel corso dell'ultimo decennio sono stati effettuati maggiori studi sulle connessioni e sui rapporti che sussistono tra gli istituti finanziari. Billio et al. (2012) propongono di misurare queste relazioni attraverso il modello di casualità alla Granger poiché, a differenza delle due misure di rischio precedentemente esposte nell'elaborato, esso presenta dei notevoli vantaggi. Un primo vantaggio si riferisce al fatto che le misure ottenibili, con questo test, permettono di rappresentare il grado di correlazione all'interno del sistema finanziario in modo incondizionato, cioè senza la necessità che ci siano degli eventi sistemici. Tale modello permette inoltre di superare una serie di limitazioni dovute dalla disponibilità e dalla qualità delle serie storiche di istituzioni finanziarie che presentano un elevato grado di correlazione solo negli anni più recenti. Un altro aspetto positivo, per quanto concerne il modello di Billio et al., riguarda le capacità predittive del modello di casualità alla Granger, poiché mette in relazione i valori storici di una determinata variabile con i valori futuri di un'altra, consentendo anche di definire la direzione del legame tra le due variabili.

### **2.4.1 Test di causalità alla Granger**

I test di casualità alla Granger sono delle analisi d'ipotesi statistiche utilizzate per individuare una relazione causale tra due variabili, basata sul reciproco potere previsionale delle serie storiche delle due variabili.

In presenza di un mercato finanziario efficiente, nel breve periodo, le variazioni dei prezzi delle azioni dovrebbero essere indipendenti dalle variazioni passate degli altri prezzi, poiché nel mercato non sono presenti asimmetrie informative. Nonostante quanto detto, qualora ci siano dei vincoli originati da obblighi

regolamentari o altre frizioni nei mercati, come i costi di raccolta, vincoli in termini di VaR o costi di transazione, l'ipotesi di efficienza del mercato decade e possono sussistere dei nessi causali tra le serie storiche dei prezzi delle diverse istituzioni.

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 prevedere in modo migliore l'andamento di  $i$  rispetto a quanto si possa ottenere solamente utilizzando i dati storici di  $i$  stessa.

L'esposizione formale di questa relazione si basa sulla regressione lineare dei rendimenti sui valori passati delle serie storiche  $j$  ed  $i$ :

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

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

dove  $R_{t+1}^i$  e  $R_{t+1}^j$  si riferiscono ai rendimenti delle due istituzioni finanziarie,  $\varepsilon_{t+1}^i$  e  $\varepsilon_{t+1}^j$  rappresentano due processi white noise non correlati, e  $\alpha^i$ ,  $\alpha^j$ ,  $\beta^{ij}$ ,  $\beta^{ji}$  sono i coefficienti del modello.

Per poter affermare che sussista una casualità nel senso di Granger è necessario che  $\beta^{ij}$  e  $\beta^{ji}$  non siano contemporaneamente nulli. Nel caso in cui se  $\beta^{ji}$  è diverso da zero e  $\beta^{ij}$  è nullo si ottiene come risultato che la serie  $j$  Granger causa la serie  $i$ , o viceversa. Se entrambi i coefficienti non sono nulli le due serie storiche si influenzano reciprocamente.

Nell'analisi effettuata da Billio et al. si assume che i rendimenti abbiano la seguente dinamica

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

nel quale  $\varepsilon_t^i$  è un processo white noise di media zero e varianza 1,  $\mu_i$  rappresenta il valor medio del rendimento e  $\sigma$ , è la volatilità dei due rendimenti



che varia nel tempo, assumendo che vi sia eteroschedasticità dei rendimenti. Si assume, quindi, che i rendimenti delle due serie storiche seguano un modello GARCH (1,1):

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

con  $\alpha_i$  si indica il coefficiente associato ai rendimenti passati al quadrato mentre  $\beta_i$  rappresenta il coefficiente associato alla volatilità passata.

L'individuazione del network delle relazioni di causalità, nel senso di Granger, tra le istituzioni analizzate, permette di identificare la propagazione nel sistema finanziario degli eccessi di variabilità nei rendimenti delle stesse istituzioni.

Gli autori definiscono il seguente indicatore di causalità:

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

sotto l'ipotesi che  $(j \rightarrow j) \equiv 0$ , cioè che  $j$  non Granger causi se stessa.

Questa misura è utilizzata dagli autori per definire le connessioni all'interno di un sistema di  $N$  istituzioni attraverso 4 misure di connettività.

1. Grado di casualità alla Granger (DCG):

che identifica la percentuale delle relazioni Granger-causali statisticamente significative rapportate al totale delle relazioni possibili tra le  $N(N - 1)$  coppie di istituzioni del sistema:

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

Un evento sistemico si verifica con maggiore probabilità quando il grado di casualità alla Granger eccede un determinato valore soglia  $K$ , calcolato attraverso una simulazione Monte-Carlo e maggiore della varianza del campione.

2. Numero di connessioni: viene utilizzato per determinare la rilevanza sistemica di una singola istituzione finanziaria e quanto essa sia correlata rispetto al sistema S, definito con le seguenti misure:

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

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

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

#Out individua il numero di istituzioni finanziarie che sono significativamente causate nel senso di Granger dall'istituzione  $j$ ; #In rappresenta il numero di istituzioni finanziarie che significativamente causano nel senso di Granger l'istituzione  $j$ ; #In+Out esprime la somma delle due misure precedentemente espote.

3. Numero di connessioni settoriali: queste misure sono costruite con la medesima metodologia del punto precedente con l'aggiunta, però, del vincolo di non appartenenza allo stesso settore. Il numero dei settori viene indicato con M, si ottengono così le seguenti misure:

#Out-to-Other:

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

#In-from-Other:

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

#In+Out-Other:

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

la prima formula indica il numero di istituzioni finanziarie appartenenti a settori diversi da  $j$  che sono significativamente causate nel senso di Granger dall'istituzione  $j$ ; #In-out-Other rappresenta la percentuale di istituzioni finanziarie rispetto al totale, le quali appartengono a settori diversi da  $j$  che significativamente causano nel test di Granger l'istituzione  $j$ ; #In+Out-Other rappresenta somma delle due misure appena descritte.

4. Vicinanza: rappresenta la minor distanza tra un'istituzione finanziaria e le altre istituzioni da essa direttamente o indirettamente raggiungibili. Si ottiene tale misura attraverso la definizione di un'istituzione  $j$  come debolmente  $C$ -causata nel senso di Granger da  $i$  se sussiste una distanza di causalità di lunghezza  $C$  fra le due istituzioni. Per fare ciò, deve esistere una sequenza di nodi  $k_1, \dots, k_{c-1}$  tale per cui:

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

Definendo  $C_{ji}$  la distanza del cammina più breve da  $j$  a  $i$  tale per cui

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

La misura di vicinanza per l'istituzione  $j$  è definita nel modo seguente:

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

Billio et al. (2012) hanno utilizzato il test di causalità alla Granger per analizzare le serie storiche dei prezzi di istituti finanziari appartenenti a quattro settori principali: bancario, assicurativo, prime broker ed hedge fund. L'esigenza di estendere l'analisi ai quattro settori deriva dalla considerazione che, negli ultimi decenni, il settore delle assicurazioni ha iniziato ad immettere nel mercato dei prodotti finanziari assicurativi, i credit default swap ad esempio, simili a quelli emessi dagli altri istituti bancari andando a competere proprio con questi ultimi. Contemporaneamente le assicurazioni e le banche hanno concesso credito agli hedge funds, i quali hanno utilizzato le assicurazioni per proteggersi, mentre offrivano al mercato delle assicurazioni contro i movimenti del mercato andando a competere con le assicurazioni. Lo studio inizia

analizzando i rendimenti mensili delle singole istituzioni appartenenti ad ogni settore finanziario, lungo un arco temporale che inizia nel 1994 e finisce nel 2008. I dati sono stati suddivisi in aree temporali e per ognuna è stato calcolato il DCG, ovvero la percentuale tra le connessioni rilevate e quelle potenziali. Gli autori hanno notato come il DCG sia cresciuto in ogni fascia temporale raggiungendo i valori massimi durante il periodo della crisi statunitense del 2007-2009. Le misure “In-to-Other”, “Out-to-Other”, “In+Out-Other” e la vicinanza sono risultate delle determinanti significative della massima perdita finanziaria relativa ad ogni singola istituzione. Infatti, le istituzioni finanziarie con una maggiore interconnessione con le altre istituzioni sono quelle che hanno avuto le sofferenze maggiori. Inoltre, i rendimenti mensili delle banche e delle assicurazioni hanno evidenziato una maggiore influenza sui broker e sugli hedge funds rispetto al contrario. Questa significatività ha avuto un notevole aumento con l'avvicinarsi della crisi del 2007-2009, con l'implicazione che queste misure potrebbero essere dei segnali anticipatori di eventi sistemici.

Billio e Pelizzon (2014) hanno esteso all'Eurozona allargata il test di causalità alla Granger e le relative misure di connettività, proposte da Billio et al. (2012). Lo scopo di tale elaborato era quello di identificare la connessione presente tra assicurazioni, banche, broker ed hedge funds lungo un arco temporale che inizia nel Gennaio 1996 e termina a Dicembre 2010. Un risultato importante ottenuto da questa analisi è quello di aver rilevato le interconnessioni aumentate nel corso del tempo ed in misura notevole prima e durante la crisi, come era accaduto nel mercato statunitense. Una differente considerazione rispetto al lavoro effettuato da Billio et al. (2012), riguarda il ruolo degli Hedge Funds i quali sono sia influenzati notevolmente dalle altre istituzioni appartenenti a settori diversi, sia, allo stesso tempo, influenzano gli altri operatori nel mercato poiché hanno un elevato numero di interconnessioni. In questo modo gli hedge funds raccolgono il rischio sistemico dalle altre istituzioni

finanziare ed, allo stesso tempo, lo distribuiscono agli altri intermediari finanziari. Le ricerche effettuate, secondo gli autori, generano delle implicazioni fondamentali nell'indirizzare un controllo aggregato ed omogeneo sulle banche, da un lato, e dall'altro quello di integrare i modelli di risk management delle istituzioni, considerando, anche, il numero delle interconnessioni presenti tra i diversi partecipanti al mercato finanziario.

## **2.5 Gli altri indicatori del rischio sistemico**

Nel seguente paragrafo dell'elaborato, dopo aver effettuato una dettagliata trattazione delle misure di rischio sistemico utilizzate nell'analisi parametrica, si esegue una breve analisi delle altre principali metriche utilizzate per individuare il rischio sistemico.

Huang et al. (2011) sviluppano un indicatore di rischio sistemico denominato Distress Insurance Premium (DIP), il quale si riferisce ad un ipotetico premio assicurativo da applicarsi al verificarsi di ingenti perdite nel settore bancario. Questo indicatore utilizza i dati di mercato ed è formato da due componenti: la correlazione tra i rendimenti delle attività delle banche e la probabilità di default di ogni singola banca. La prima misura è stata calcolata attraverso l'analisi delle serie storiche dei prezzi ed i relativi co-movimenti, mentre, la seconda si basa sui CDS spreads degli intermediari finanziari. Dopo aver ottenuto queste due misure si crea un portafoglio di debito formato dalle passività di tutte le banche ed in seguito si ricava l'indicatore di rischio sistemico, considerando il DIP come il premio che copre le perdite del portafoglio.<sup>37</sup> Il modello elaborato dagli autori

---

<sup>37</sup> Per una trattazione più approfondita e formale del calcolo del Distress Insurance Premium vedasi Huang et al. (2011).

riesce ad individuare il contributo individuale che ogni banca apporta al rischio sistemico, raffigurato dal DIP dell'intero settore bancario. Questa misura possiede la proprietà dell'additività riuscendo ad ottenere il rischio sistemico sommando il contributo marginale di ogni singola banca. Huang et al. analizzano 19 grandi istituti bancari per un periodo che inizia da Gennaio 2004 e finisce a Dicembre 2009. I risultati empirici di questa analisi evidenziano come all'inizio della crisi finanziaria il valore dell'indicatore era basso ed è andato ad aumentare con l'acquisizione di Bearn Stearns da parte di J.P. Morgan raggiungendo il suo massimo nel Marzo del 2009. Un risultato di questa ricerca collega l'elevato livello del rischio sistemico ad un aumento del premio per il rischio di default ed in seguito al premio per il rischio di liquidità. Un ultimo risultato dell'analisi del contributo marginale al rischio sistemico, di ogni singola istituzione, mostra che un fattore determinante è la dimensione dell'istituzione stessa e che tale contributo individuale abbia una relazione lineare con la probabilità di default e non lineare con la correlazione delle attività.

Un'altra misura del rischio sistemico è quella proposta da Brownlees e Engle (2015) denominata SRISK<sup>38</sup>, la quale ha lo scopo di individuare il contributo al rischio sistemico che una singola istituzione finanziaria apporta. Questo indice misura la riduzione di capitale di un intermediario finanziario condizionata ad una prolungata situazione di declino del mercato finanziario ed è influenzata dalla dimensione di tale entità, dalla perdita di capitale netto attesa e dalla sua leva finanziaria. In periodi di crisi, per un SRISK elevato si ha un maggiore contributo alla sottocapitalizzazione del sistema finanziario ed attraverso la

---

<sup>38</sup> Per una lettura approfondita su SRISK vedasi Brownlees e Engle (2015).

somma degli indici di SRISK di tutte le istituzioni si potrebbe avere come risultato un indice raffigurante il rischio sistemico complessivo.<sup>39</sup>

L'indicatore di rischio sistemico esprime il valore atteso della capital shortfall, la quale è data dalle riserve di capitale detenute per fini prudenziali sottraendo l'equity dell'istituzione, ed è condizionata al verificarsi di un evento sistemico che gli autori identificano nel crollo del mercato al di sotto di una determinata soglia. Gli studiosi hanno effettuato un'analisi empirica per costruire l'indice di rischio sistemico utilizzando i dati di bilancio delle maggiori istituzioni finanziarie statunitensi lungo un arco temporale che inizia da Gennaio 2005 e termina a Dicembre 2012. Il valore massimo per l'indice aggregato si è avuto in corrispondenza del fallimento di Lehman Brother. Brownlees e Engle hanno utilizzato la misura di SRISK per predire in tempo reale il rischio sistemico ed i risultati mostrano che tale misura avrebbe predetto le iniezioni di capitale effettuate dalla Fed durante la crisi del 2007-2009. Un'ultima considerazione è stata quella di utilizzare la misura SRISK come segnale dell'inizio di una crisi sistemica e per fare ciò, gli autori hanno effettuato delle regressioni previsionali sui tassi di crescita relativi al tasso di disoccupazione, alla produzione industriale sull'indice aggregato di rischio sistemico. I risultati di tale analisi mostrano come a livelli maggiori di SRISK ci siano degli aumenti del tasso di disoccupazione ed una riduzione della produzione industriale, con una capacità predittiva maggiore per periodi temporali più lunghi.

Segoviano e Goodhart (2009) definiscono un insieme di misure per valutare la stabilità del sistema bancario. L'attenzione del loro paper si concentra sul

---

<sup>39</sup>Indice potrebbe essere interpretato come l'ammontare di capitale che il governo dovrebbe versare per poter tenere in sicurezza il settore finanziario in periodi di crisi. (Brownlees e Engle, 2015).



distress, cioè che la presenza di ingenti perdite in una banca possa terminare con il default di quest'ultima. Gli autori sostengono che sia di notevole importanza l'impatto che può avere un eventuale default della banca presa in esame sull'intero settore finanziario, in particolare dal punto di vista della vigilanza, poiché la relazione delle sofferenze tra le varie banche deriva dal fatto che quest'ultime siano legate tra loro sia direttamente, ad esempio con i prestiti interbancari, che indirettamente erogando prestiti allo stesso settore dell'economia. Questa considerazione viene espressa dalla JPoD, (Joint Probability of Distress), ovvero la probabilità congiunta di crisi del sistema bancario. Segoviano e Goodart, in un primo momento, considerano il sistema bancario come un portafoglio di banche di rilevanza sistemica, successivamente calcolano la PoD, cioè la probabilità di distress di ciascuna banca, ricavandone una distribuzione multivariata di probabilità del sistema bancario. Dopo questi calcoli gli autori individuano tre misure di stabilità del sistema relative a tre differenti scenari. Il primo è riferito alla difficoltà comune per tutti gli istituti bancari del sistema; il secondo si riferisce alla presenza di sofferenze per specifiche banche; il terzo esamina la sofferenza del sistema associato ad una specifica banca. Nel primo scenario la misura da utilizzare è la JPoD che individua la probabilità congiunta che tutte le banche all'interno del sistema abbiano delle ingenti perdite ed il Banking Stability Index (BSI), il quale misura il numero atteso di banche che si ritrovano in crisi in seguito alla sofferenza di una specifica banca. Nel secondo scenario gli autori individuano come misura di rischio la Distress Dependence Matrix (DiDe), nella quale ci sono le probabilità condizionali di distress tra gruppi di banche o coppie di banche. L'ultima categoria si ha la *Probability that at Least one Bank becomes Distressed* (PAO), la quale individua i potenziali effetti a cascata che si possono verificare nel sistema qualora ci sia la sofferenza di una banca specifica.

Lehar (2005) seguendo l'approccio di Merton, cioè considerando l'equity di una banca come un'opzione call sul valore delle sue attività, individua come misura di stabilità il valore attuale dell'expected shortfall del portafoglio detenuto da un regulator e nella metodologia di Merton corrisponde al valore di una put. Qui, Lehar analizza le passività del regolatore come un portafoglio di posizione corte su opzioni, quindi, put su attività correlate. Queste considerazioni sono utilizzate per sviluppare un framework, con lo scopo di misurare il rischio nel sistema bancario, applicandolo ad un campione di banche internazionali lungo un arco temporale che va dal 1988 al 2002. Il principale contributo alla letteratura economica del lavoro svolto da Lehar è quello di includere le correlazioni tra le attività di una banca per la valutazione del rischio sistemico, poiché detenere attività simili incrementa la possibilità di sofferenze simultanee. Un ulteriore contributo viene fornito dall'analisi anche della solidità finanziaria degli istituti bancari e la volatilità delle loro attività.

Lo Duca e Peltonen (2012) elaborano un modello che sia in grado di prevedere gli eventi sistemici ed in grado di valutare il rischio sistemico. Gli autori propongono un metodo per poter determinare la data di inizio di una crisi sistemica di carattere finanziario mediante il Financial Distress Index, che misura il livello di stress del sistema finanziario in uno specifico paese. Questo indice è diverso per ogni paese ed è costruito, ad esempio, dallo spread del tasso interbancario a 3 mesi rispetto al tasso sui titoli del tesoro a 3 mesi, dalla volatilità del principale indice di mercato e dai rendimenti negativi del mercato azionario. Nel momento in cui il valore del Financial Distress Index supera una determinata soglia, la quale di solito coincide ad un valore che in passato corrispondeva ad eventi sistemici, si individua l'inizio della crisi finanziaria di carattere sistemico. Per poter prevedere le crisi sistemiche gli autori individuano degli indicatori di vulnerabilità del sistema sia globali che domestici, come ad

esempio i prezzi delle attività, l'inflazione ed il tasso di crescita del PIL reale. L'analisi empirica, effettuata dagli autori, ha mostrato che l'importanza della considerazione dell'interazione tra gli indicatori domestici e quelli globali abbia migliorato le capacità previsionali. Il modello ha evindefiato un buon potere predittivo per la crisi del 2007-2009 registrando un segnale di early warning nel secondo trimestre del 2006, più di un anno prima l'inizio della crisi finanziaria.

Infine, Giglio (2011) introduce una misura di rischio sistemico, che si basa sul mercato, al fine di calcolare la probabilità che un rilevante numero di intermediari finanziari si trovino in default in un breve periodo di tempo. L'autore ha elaborato una misura nella quale si combinano i prezzi delle obbligazioni con i prezzi dei CDS spreads, poiché il prezzo dell'obbligazione evidenzia solamente la probabilità di default dell'impresa che ha emesso i bond. Combinando quest'ultimo con il CDS si possono ottenere delle informazioni sulla distribuzione di probabilità delle due entità. I prezzi dei CDS permettono di fornire informazioni sulle probabilità congiunte di default di entrambe i soggetti, poiché questi contratti, quando vengono utilizzati come protezione del rischio di default dell'emittente, producono un payoff solamente se colui che vende la protezione è solvente.

# CAPITOLO III

## Analisi parametrica

3.1 Premessa – 3.2 La crisi sistemica del 2007/2009 – 3.3 La crisi sistemica del debito sovrano in Europa – 3.4 Dati e calcolo delle misure di rischio sistemico – 3.5 Valutazione delle capacità predittive delle misure di rischio

### 3.1 Premessa

La misurazione del rischio sistemico è un tema molto rilevante date le recenti crisi finanziarie. Una sua corretta valutazione, permetterebbe agli intermediari finanziari di poter compiere un progresso nella stima e nella gestione di tale rischio. Ciò consentirebbe, in aggiunta, alle autorità di vigilanza del settore finanziario, di possedere uno strumento aggiuntivo per il contenimento del rischio sistemico. Nel primo capitolo è stato definito il rischio sistemico e le possibili determinanti, mentre, nel secondo, sono state introdotte e spiegate le principali misure di questo rischio, formulate dalla letteratura economica.

Nel capitolo che si leggerà di seguito, in un primo momento, saranno illustrate le crisi sistemiche che sono state oggetto di studio dell'analisi parametrica. Successivamente, verrà valutata la consistenza delle metriche, delineate ed esplicitate nel secondo capitolo, riferite a due periodi di crisi sistemica e, in conclusione, è stata eseguita una valutazione delle capacità predittive di tali misure.

## 3.2 La crisi sistemica del 2007/2009

Agli inizi del 2007 gli Stati Uniti subirono la peggior crisi finanziaria dopo quella del 1929, che si propagò rapidamente anche negli altri paesi e dai mercati finanziari arrivò all'economia reale.

Un punto di partenza naturale per poter spiegare la crisi è il mercato immobiliare statunitense. Nell'arco temporale tra il 2000 ed il 2006 ci fu un rilevante aumento dei prestiti erogati dalle istituzioni finanziarie per investimenti immobiliari poiché, i prezzi degli immobili, in questo periodo, salirono molto più rapidamente rispetto al passato. Il livello molto basso dei tassi di interesse tra il 2002 ed il 2005 diede un grande contributo a tale aumento ma, la bolla dei prezzi degli immobili fu causata principalmente dalle pratiche bancarie per i prestiti immobiliari.

I prestatori di fondi iniziarono ad abbassare i loro standard di concessione di credito dagli anni 2000, e questo permise a molte famiglie, che precedentemente non avevano i requisiti per chiedere un prestito, di poter accedere ad un finanziamento e di acquistare una casa. Fu così che le famiglie fecero aumentare la domanda nel settore del *real estate* ed i prezzi, di conseguenza, salirono. Per gli intermediari finanziari la combinazione di una maggiore domanda di fondi ed il parallelo aumento del prezzo delle case era una circostanza molto attrattiva perché poteva sfociare in maggiori profitti. L'aumento del prezzo delle case fece sì che, i prestiti furono considerati ben coperti avendo come garanzia l'immobile. Se il mutuatario fosse risultato inadempiente si sarebbero avute delle perdite contenute o nulle grazie alle garanzie reali. Con il continuo aumento dei prezzi degli immobili diventò sempre più difficile, per coloro che avevano intenzione di comprare una casa, potersi permettere tale investimento; allora gli intermediari, per cercare di attrarre più

clienti, ridussero ulteriormente i requisiti per erogare credito al fine di creare più profitti per l'istituzione, arrivando a concedere prestiti a persone, denominate in inglese con l'acronimo "NINJA", ovvero senza reddito, senza lavoro e senza garanzie.

In conclusione, il risultato della riduzione degli standard per erogare mutui fu un aumento della domanda di immobili ed il conseguente sorgere della bolla immobiliare.

Nella seconda metà del 2006 continuarono ad aumentare i prezzi delle case e si arrivò ad una contrazione della domanda delle stesse con il conseguente ribasso dei prezzi degli immobili; inoltre entrarono sul mercato immobiliare un elevato numero di abitazioni pignorate dalle banche ai soggetti che non riuscivano a soddisfare le scadenze delle rate dei mutui concessi con troppa elasticità.

La diminuzione dei prezzi delle case aumentò ulteriormente poiché per i soggetti che avevano ottenuto in prestito il 100%, o poco meno del 100%, del costo dell'immobile si ritrovarono in una situazione netta negativa.

Infatti, il valore dell'immobile sottostante il finanziamento aveva un valore minore di quest'ultimo, di conseguenza, molti divennero insolventi. Queste azioni portarono a maggiori pignoramenti e sia ad un aumento dell'offerta di case in vendita che ad un ulteriore calo dei prezzi degli immobili.

Le imprese che erogarono i mutui, in molti casi, non li tenevano nei loro bilanci, ma emettevano portafogli di mutui da rivendere nel mercato finanziario. Questo processo è denominato *cartolarizzazione*.

La cartolarizzazione, per molti anni, è stato uno strumento molto importante per trasferire i rischi nei mercati finanziari ed è stato il secondo fattore che ha generato la bolla immobiliare, poiché il comportamento degli erogatori di prestiti era influenzato dalla possibilità di poter cartolarizzare tali finanziamenti.

Quando i mutui vennero cartolarizzati i compratori di questi prodotti non erano interessati a troppe informazioni riguardo a ciò che stavano comprando ma, focalizzarono la loro attenzione solo sul valore del rapporto tra l'importo del mutuo ed il valore di mercato della casa (*loan-to-value-ratio*) ed il *FICO*<sup>40</sup> *credit score*, che risultavano di dubbia qualità. I periti immobiliari che determinavano il valore di una casa, al momento della domanda di mutuo a volte alteravano tali valori per poterli rendere più appetibili al mercato.

Altre informazioni, che le banche avrebbero dovuto esaminare, come il reddito del cliente, non furono prese in considerazione poiché furono ritenute irrilevanti, dato che il fattore decisivo per la banca era solo la possibilità di cedere il mutuo sul mercato e tale decisione dipendeva esclusivamente dal *FICO score* ed il *loan-to-value ratio*.

Per spiegare in modo efficace l'attività di cartolarizzazione suddetta, può essere fornita l'immagine sottostante: la banca decide di cedere un portafoglio di mutui ad un veicolo societario appositamente costituito (*special purpose vehicle-SPV*) che andrà ad emettere dei titoli garantiti da attività (*Asset Back Securities-ABS*), ovvero dei titoli che rappresentano dei flussi di cassa che affluiscono al portafoglio e possono essere collocati nel mercato dopo essere stati divisi in tre tranche: *senior tranche*, *mezzanine tranche* ed *equity tranche*. I flussi di cassa confluiscono prima alla *senior tranche* poi alla *mezzanine tranche* ed infine alla *equity tranche* mentre le perdite si ripartiscono nell'ordine opposto, il rating assegnato alle tre tranche era una tripla A per la *senior tranche*, ed una tripla B per la *mezzanine tranche*, mentre per l'*equity tranche* solitamente non veniva

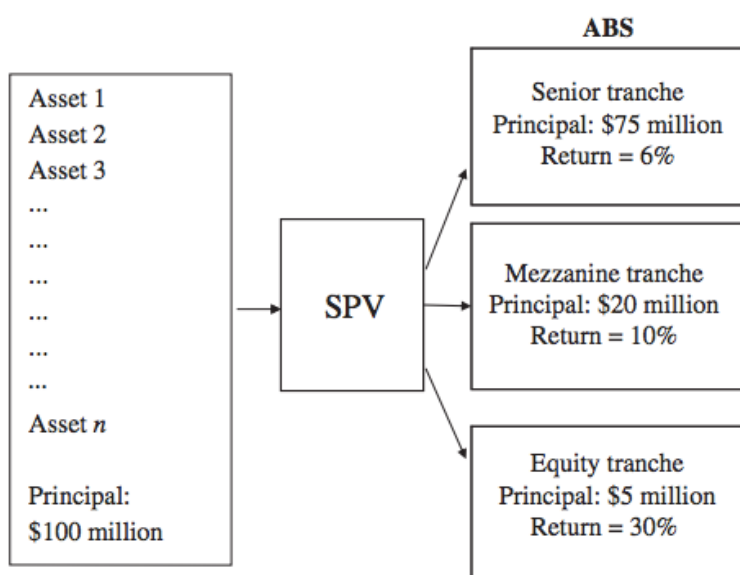
---

<sup>40</sup> Il *FICO score* è un indicatore di qualità creditizia sviluppato da Fair Isaac Corporation, il suo utilizzo è molto diffuso nella concessione dei mutui ed il suo valore è un numero che varia tra 300 e 850.

assegnato nessun rating, poiché restavano nei portafogli delle banche come segnale da dare al mercato sull'affidabilità della cartolarizzazione effettuata.

Per la vendita delle senior tranche non ci furono molti problemi poiché riuscivano ad offrire dei rendimenti molto appetibili rispetto ad altre obbligazioni con un rating tripla A; mentre per la mezzanine tranche ci furono delle difficoltà nell'allocatione sul mercato. Una soluzione a tali problemi fu fornita dalle banche che, crearono ABS di ABS, ovvero ABS il cui sottostante veniva rappresentato da un altro ABS, definiti ABS CDOs, ossia *collateralized debt obligations* formati su un portafoglio di mezzanine tranche di diversi ABS.

Figura 3.1 Esempio di cartolarizzazione.



I mutui insolventi fecero perdere ingenti capitali alle istituzioni finanziarie e ad altri investitori che avevano comprato le tranche di ABS e ABS CDO.

Banche come Citigroup, UBS e Merrill Lynch subirono ingenti perdite, Lehman Brothers fallì il 15 settembre 2008 e nello stesso giorno l'indice Dow Jones chiuse con un ribasso di 500 punti base concretizzandosi nella più grande



caduta di valore dopo quella successiva agli attacchi terroristici dell'11 settembre del 2001.

Questi eventi crearono ingenti perdite ai grandi gruppi bancari americani ed anche le banche europee furono fortemente colpite sia dalle loro consociate statunitensi che dalla svalutazione, dovuta alla crisi dei mutui sub-prime, dei titoli cartolarizzati, precedentemente esposti.

### **3.3 La crisi del debito sovrano in Europa**

La crisi del debito europeo ha avuto origine dalla scia della crisi dei mutui sub-prime nel mercato statunitense verso la fine del 2009, ed è stata caratterizzata dalla presenza di alcuni stati europei con disavanzi strutturali governativi eccessivi e livelli di indebitamento crescenti. Una conseguenza della crisi del -2007-2009- è stata quella di creare una congiuntura economica negativa per gli stati europei dando vita ad un periodo di grande recessione. Questa difficoltà si è riflessa nel settore bancario, generando grandi perdite di capitale ed ha avuto come conseguenza che, la maggior parte degli stati europei doveva salvare alcune delle loro banche più colpite, attraverso prestiti di ricapitalizzazione, causati dal forte legame tra la sopravvivenza degli istituti di credito e la stabilità finanziaria dell'economia. Da gennaio 2009, un gruppo di 10 banche dell'Europa centrale e orientale aveva già chiesto un salvataggio.

Gli stati Europei periferici, Grecia, Spagna, Irlanda, Portogallo e Cipro non sono stati in grado né di rimborsare o rifinanziare il proprio debito pubblico, né di proteggere le loro principali banche senza l'assistenza di terzi, come la Banca Centrale Europea (BCE), il Fondo Monetario Internazionale (FMI) e il Fondo

Europeo di stabilità finanziaria (EFSF)<sup>41</sup>. Diciassette paesi dell'area euro hanno votato per creare l'EFSF nel 2010 in modo specifico per affrontare ed aiutare la crisi del debito sovrano europeo.

Nel 2010 gli istituti di credito hanno richiesto tassi di interesse più elevati agli Stati della zona euro con elevati tassi di debito e di deficit, rendendo più difficile a questi paesi finanziare i loro deficit di bilancio, poiché gli istituti di credito erano preoccupati dell'eccessivo livello di indebitamento e della contemporanea riduzione dell'economia all'interno di questi Stati.

Durante questa crisi, molti di questi paesi, tra cui la Grecia, il Portogallo e l'Irlanda, si sono visti declassare in misura rilevante dalle agenzie di rating il loro debito sovrano, innescando una vendita dei loro titoli detenuti dagli investitori avversi al rischio, incrementando così i timori di default di uno stato sovrano.

Questi difficili sviluppi nel 2010 si riflettevano nel mercato attraverso l'aumento dello spread sui rendimenti obbligazionari sovrani tra gli Stati membri periferici, rispetto alla Germania, i cui titoli furono considerati poco rischiosi. Il rendimento greco, richiesto dal mercato per poter affrontare il rischio sovrano, aumentò considerevolmente all'inizio del 2010 così la Grecia necessitò dell'assistenza degli Organi della Comunità Europea. La Grecia ricevette diversi salvataggi dal Fondo Monetario Internazionale e dalla Banca Centrale Europea con l'impegno di adottare politiche di austerità per ridurre le spese pubbliche ed aumentare notevolmente le tasse: queste misure hanno influenzato negativamente la situazione economica presente in Grecia, già in grave sofferenza.

---

<sup>41</sup> Il Fondo europeo di stabilità finanziaria (EFSF) è uno strumento ideato e costituito dagli stati membri dell'Eurozona, il 9 maggio 2010, con lo scopo di aiutare finanziariamente gli stati membri al fine di preservare la stabilità finanziaria dell'Eurozona.

Per arginare la crisi in Grecia e procedere con il salvataggio della stessa, il Fondo Monetario Internazionale le concesse un prestito di 110 miliardi di euro, stessa situazione, così grave, si verificò anche in Irlanda.

In Irlanda le diverse cause si concretizzarono nel processo di finanziarizzazione dell'economia, che generò un eccessivo rapporto tra le attività possedute dalle banche ed il PIL della nazione; si arrivò così all'aumentare dell'indebitamento delle famiglie rendendo poco stabili gli attivi bancari detenuti dagli istituti di credito irlandesi.

Parallelamente le autorità di vigilanza bancaria e finanziaria non evidenziarono efficacemente i rischi che si stavano generando, alimentando spesso il *moral hazard* tra gli operatori del settore bancario. Inoltre, avvenne anche una grave crisi immobiliare poiché nei primi anni del ventunesimo secolo si ebbe una proliferazione di investimenti indirizzati in questo settore, come accaduto negli Stati Uniti ed esposto precedentemente.

La crisi del debito sovrano ha interessato anche l'Italia ed ha avuto come momento di maggiore difficoltà il quarto trimestre del 2011 poiché il rendimento dei titoli del tesoro era superiore al 7%, generando degli ingenti oneri finanziari per il rifinanziamento del debito, con uno spread di 500 punti base rispetto agli analoghi titoli del tesoro emessi dalla Germania.

Alla fine del 2011, il sistema finanziario europeo sembrava essere sull'orlo di una grave crisi. Gli investitori si stavano preparando alla possibilità di un default greco, in contemporanea a queste preoccupazioni ci furono degli effetti di contagio in Italia e in Spagna, generando ulteriori preoccupazioni.

Una delle maggiori preoccupazioni è stata il rischio sistemico del sistema bancario europeo. Infatti, Black (2013) sostenne che il fallimento di uno stato sovrano avrebbe dovuto portare al fallimento di una banca europea di rilevanza sistemica e si sarebbe potuta avere una situazione di instabilità finanziaria incredibilmente negativa.

Questa importante incertezza sui debiti sovrani dell'area Euro a partire dalla seconda metà del 2011 portarono ad un peggioramento della capacità di raccolta da parte delle banche con delle difficoltà di accesso ai mercati all'ingrosso ed elevati costi di provvista.

Si possono individuare, pertanto, quattro canali di trasmissione mediante i quali la crisi del debito sovrano può influire l'attività bancaria come viene sostenuto dal Committee on the Global Financial System (2011). Il primo canale riguarda i bilanci delle banche, poiché la caduta dei prezzi dei titoli pubblici, emessi dagli stati considerati a rischio, sono detenuti nel portafoglio titoli e generano delle perdite rilevanti a conto economico. Il secondo canale si riferisce al fatto che i titoli pubblici siano utilizzati dalle banche come collaterali per le operazioni di raccolta presso la BCE e nei pronto contro termine passivi con altre controparti, manifestandosi in una richiesta di ricostituzione dei margini di mantenimento (*margin calls*) qualora i titoli collateralizzati siano stati già utilizzati in un'operazione di raccolta. In alcuni casi, sarebbe avvenuta la riduzione del prezzo dei titoli che avrebbe potuto portare all'esclusione di questi ultimi dal novero degli strumenti utilizzabili come collaterale nelle operazioni di raccolta. La terza via di trasmissione prende in esame il legame che sussiste tra i rating degli emittenti privati e pubblici, poiché un declassamento dei titoli di stato in genere, è seguito dalla riduzione del merito creditizio degli altri prenditori nazionali; in quanto il rating sovrano si configura come il limite massimo per le valutazioni assegnate dalle agenzie di rating ai debitori privati.

Questa situazione non solo genera un aumento del costo della raccolta bancaria e limita l'accesso degli intermediari finanziari a determinati mercati ma, può provocare l'esclusione delle passività bancarie dal paniere di titoli acquistabili da specifiche categorie di investitori, come ad esempio le compagnie di assicurazione ed i fondi pensione. L'ultimo canale di trasmissione viene indentificato dalla riduzione di valore delle garanzie pubbliche, implicite

ed esplicite, sulle passività bancarie. Riferendosi le prime alle aspettative degli investitori di un intervento del Governo qualora un intermediario nazionale di grandi dimensioni si trovi in difficoltà. Le seconde, invece, fanno riferimento alle garanzie varate dagli Stati a sostegno degli istituti finanziari, le iniezioni di capitale o la garanzia sulle emissioni obbligazionarie possono essere un esempio a riguardo.

La preoccupazione che le difficoltà di raccolta da parte delle banche, prodotte dalla crisi del debito sovrano, si trasformassero in una significativa contrazione del credito all'economia con degli effetti destabilizzanti sul quadro macroeconomico e finanziario ha portato la Banca Centrale Europea ad attuare una serie di operazioni straordinarie come due operazioni di rifinanziamento di durata triennale denominate LTRO (*Longer Term Refinancing Operation*) dove nella prima, effettuata il 21 dicembre 2011, sono stati immessi nel mercato 489 miliardi di euro a 523 enti creditizi. La seconda è stata attuata il 29 febbraio 2012 con l'immissione di 530 miliardi di euro per 800 istituti bancari. Un'altra operazione straordinaria emanata dalla BCE è stata quella di ridurre il coefficiente di riserva obbligatoria dal 2% all'1%, generando delle riserve libere per un ammontare pari a 100 miliardi di euro, oltre all'espansione delle attività stanziabili a garanzia delle operazioni di rifinanziamento.

### **3.4 Dati e calcolo delle misure di rischio sistemico**

Dopo aver spiegato le cause e le dinamiche che sono avvenute in questi due eventi sistemici, la trattazione si l'obiettivo di determinare le varie misure di rischio sistemico enunciate nel secondo capitolo, successivamente vuole valutare le capacità predittive delle stesse.

Al fine di agevolare l'operato delle autorità di vigilanza del settore bancario, individuando l'esposizione degli intermediari finanziari al rischio sistemico,

vengono analizzate tre misure di rischio sistemico tra le principali, ritenute autorevoli dalla letteratura economica di riferimento, con lo scopo di dare un contributo alla relativa cultura scientifica.

Il calcolo è stato effettuato nei due periodi di crisi illustrati nel paragrafo precedente, individuando, quindi, relativamente al primo periodo, come momento chiave della crisi dei mutui sub-prime avuta nel quarto trimestre del 2008, coincidente con il fallimento di Lehman Brothers; invece come intervallo temporale di riferimento per la crisi del debito sovrano, il quarto trimestre del 2011, poiché in questo periodo sono iniziate le misure straordinarie di iniezione di liquidità da parte della Banca Centrale Europea.

Questo elaborato ha analizzato un campione di 51 banche europee considerate di rilevanza sistemica e, quindi, oggetto di studio per osservare la loro esposizione e contributo al rischio sistemico.

Nella tabella 3.1 si può leggere l'elenco di banche che hanno costituito il campione dell'analisi, insieme al ticker identificativo utilizzato da Bloomberg, che sarà utilizzato anche nel proseguo della trattazione, alla nazione di appartenenza ed alla data iniziale e finale delle serie storiche dei dati raccolti.

**Tabella 3.1** *Elenco delle banche presenti nel campione.*

<b>Ticker</b>				
<b>Bloomberg</b>	<b>Banca</b>	<b>Nazione</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
ACA:FP Equity	Credit Agricole	Francia	29/06/07	30/09/16
ALBAV:FH Equity	Alandsbanken	Finlandia	30/12/02	27/01/14
ALBK:ID Equity	Allied Irish Bank	Irlanda	28/03/02	03/06/16
ALPHA:GA	Alpha Bank	Grecia	26/06/01	30/09/16

Equity					
BARCL:LN					
Equity	Barclays		Regno unito	02/01/01	30/09/16
BBVA:SM					
Equity	Banco Bilbao Vizcaya Argentaria		Spagna	30/06/99	30/09/16
BCP:PL Equity					
	Banco Comercial Portugues		Portugal	03/01/00	30/09/16
BDB:IM Equity					
	Banco Desio		Italia	03/01/00	30/06/16
BKIR:ID Equity					
	Bank of Ireland		Irlanda	28/03/02	03/06/16
BKT:SM Equity					
	Bankinter		Spagna	19/08/99	30/09/16
BKUS:AV Equity					
	BKS Bank		Austria	01/04/05	14/08/14
Banca Monte dei Paschi di Siena					
BMPS:IM Equity			Italia	16/08/99	12/08/16
BNP:FP Equity					
	BNP Paribas		Francia	01/04/96	30/06/16
BOCY:CY					
Equity	Bank of Cyprus		Cipro	30/06/04	30/09/16
BPE:IM Equity					
	Banca Pop. Emilia Romagna		Italia	02/04/01	30/09/16
BPI:PL Equity					
	Banco BPI		Portogallo	30/03/01	30/09/16
BTUV:AV Equity					
	Bank Fuer Tirol		Austria	15/07/05	23/03/14
CBK:GR Equity					
	Commerzbank		Germania	30/06/00	30/09/16
CE:IM Equity					
	Credito Emiliano		Italia	30/06/00	30/09/16
COM:GR Equity					
	Comdirect Bank		Germania	30/06/00	29/09/16
CRG:IM Equity					
	Banca Carige		Italia	03/04/00	30/09/16
CVAL:IM Equity					
	Credito Valtellinese		Italia	01/07/05	30/09/16
DANSKE:DC					
Equity	Danske Bank		Danimarca	28/03/02	30/09/16
DBK:GR Equity					
	Deutsche Bank		Germania	02/01/02	30/09/16
DEXB:BB Equity					
	Dexia Bank		Belgio	02/01/03	30/06/16

DPB:GR Equity	Deutsche Postbank	Germania	30/06/04	21/12/15
EBS:AV Equity	Erste Group Bank	Austria	30/06/99	30/09/16
ETE:GA Equity	National Bank of Greece	Grecia	29/06/01	30/09/16
EUROB:GA				
Equity	Eurobank Ergasia	Grecia	29/06/01	30/09/16
HB:CY Equity	Hellenic Bank	Cipro	28/06/02	30/09/16
INGA:NA Equity	ING Groep	Paesi Bassi	03/04/00	30/09/16
ISP:IM Equity	Intesa San Paolo	Italia	28/12/01	30/09/16
KBC:BB Equity	KBC Groep	Belgio	01/04/03	30/09/16
KN:FP Equity	Natixis	Francia	31/12/02	30/06/16
MB:IM Equity	Mediobanca	Italia	29/12/00	29/09/16
OBS:AV Equity	Oberbank	Austria	31/03/05	30/09/16
	Banca Pop. dell'Etruria e del			
PEL:IM Equity	Lazio	Italia	30/12/05	30/09/14
PMI:IM Equity	Banca Popolare di Milano	Italia	30/06/05	30/09/16
POP:SM Equity	Banco Popular Español	Spagna	06/07/00	30/09/16
RBI:AV Equity	Raiffesen Bank	Austria	30/06/05	30/09/16
SAB:SM Equity	Banco Sabadell	Spagna	29/06/01	30/09/16
SAN:SM Equity	Banco Santander	Spagna	19/07/00	30/09/16
SHBA:SS Equity	Svenska Handelsbanken	Svezia	04/04/00	30/09/16
STAN:LN Equity	Standard Chartered Bank	Regno Unito	02/01/02	30/06/16
SWEDA:SS				
Equity	Swedbank	Svezia	03/04/00	30/09/16
TATT:GA Equity	Attica Bank	Grecia	28/06/02	30/09/16
TPEIR:GA				
Equity	Piraeus Bank	Grecia	29/06/01	30/09/16
TUB:GR Equity	HSBC Trinkaus e Burkhardt	Germania	03/01/00	29/06/16



UBI:IM Equity	UBI Banca	Italia	30/06/04	30/09/16
UBSG:VX				
Equity	UBS	Svizzera	03/04/00	29/12/16
UCG:IM Equity	Unicredit Group	Italia	30/06/00	30/09/16

I dati per effettuare il calcolo delle misure di rischio sistemico sono stati estrapolati dalle piattaforme Bloomberg e Datastream Reuters, ed è stato utilizzato il programma Python, dove nell'allegato 1 si possono trovare i codici sorgente per il calcolo delle varie misure di rischio sistemico.

I dati riguardanti la leva finanziaria, ovvero il rapporto tra il *book value* delle attività ed il *book value* dell'equity di ciascuna banca, così come la capitalizzazione di mercato, sono stati ottenuti dalla piattaforma Bloomberg per il periodo di tempo indicato nella tabella 3.1.

Attenendosi alla metodologia applicata da Adrian e Brunnermeier (2011), sono state escluse le osservazioni corrispondenti ad una leva finanziaria negativa e sono stati interpolati i dati sul leverage per un arco temporale massimo di tre trimestri consecutivi. La leva finanziaria è stata combinata con la capitalizzazione di mercato per calcolare il valore di mercato delle attività delle banche presenti nel campione. Successivamente è stato calcolato il rendimento del valore di mercato delle singole istituzioni finanziarie seguendo il procedimento illustrato nel paragrafo 2.2 del presente elaborato. La tabella seguente illustra le statistiche descrittive riguardanti la leva finanziaria, la capitalizzazione di mercato ed il rendimento del valore di mercato del totale delle attività finanziarie, con le relative standard deviations. Il calcolo del valore di mercato, del totale delle attività, risulta necessario per il calcolo del CoVaR, oltre che per valutare la capacità predittiva delle tre misure di rischio sistemico esaminate. Leggendo la tabella, si può osservare come le banche che hanno operato con una leva finanziaria, notevolmente, più alta della media siano

Dexia Bank (90,07), Commerzbank (42,35) e Credit Agricole (37,29). Le banche che, invece, hanno operato con una leva finanziaria minore rispetto alla media sono Mediobanca (8,65), Banco BPI (9,17) e BKS Bank (11,63). Invece, in merito alla capitalizzazione di mercato gli intermediari che hanno operato, in media, con una capitalizzazione più alta della media sono Banco BPI (192353,10 milioni di euro), Svenska Handelsbanken (132502,79 milioni di euro) seguite da Swedbank (104833,74 milioni di euro). Le banche che hanno operato con una capitalizzazione di mercato inferiore rispetto alla media risultano Alandsbanken (256,10 milioni di euro), Attica Bank (286,34 milioni di euro) seguite da Banca Popolare dell'Etruria e del Lazio (352,13 milioni di euro). In conclusione, le banche che hanno avuto un rendimento positivo del valore di mercato delle attività si può notare che siano, in media, quelle che hanno raggiunto i rendimenti di mercato totali più elevati: Eurobank Ergasia (61,649%), Dexia Bank (42,315%) ed Attica Bank (17,875%). Invece, le banche che hanno avuto mediamente un rendimento negativo risultano essere HSBC Trinkaus e Burkhardt (-0,731%), BKS Bank (-0,671%) e Credito Valtellinese (-0,541%).

*Tabella 3.2 Media e deviazione standard di: leverage, capitalizzazione di mercato e rendimenti delle market-valued total financial assets.*

Ticker	Leverage Mean	Leverage STD	Market Cap Mean	Market Cap STD	Delta Mean	MVA Std
ACA:FP	37,29	4,51	25039,67	9132,07	0,224%	23,78%
ALBAV:FH	20,64	1,36	256,10	76,01	0,909%	12,02%
ALBK:ID	23,58	5,98	7950,16	4691,40	9,614%	66,28%
ALPHA:GA	16,98	10,85	4758,32	2852,06	9,190%	63,67%
BARCL:LN	34,59	12,26	32759,21	8968,65	3,612%	32,32%
BBVA:SM	24,35	5,69	5643,97	3317,22	2,519%	36,79%

BCP:PL	24,42	5,81	5671,22	3389,31	2,188%	37,55%
BDB:IM	13,95	3,11	531,34	239,12	1,491%	18,01%
BKIR:ID	23,58	5,98	7950,16	4691,40	9,614%	66,28%
BKT:SM	22,52	4,26	3423,01	1321,37	1,839%	16,43%
BKUS:AV	11,63	1,87	532,49	56,20	-0,671%	6,62%
BMPS:IM	21,33	5,21	7530,15	3773,70	0,095%	27,77%
BNP:FP	31,51	4,94	45184,12	19545,04	4,448%	22,55%
BOCY:CY	15,53	5,00	2327,43	1803,53	2,940%	31,88%
BPE:IM	19,07	5,08	2814,00	1222,77	6,753%	52,02%
BPI:PL	9,17	0,93	192352,10	103676,19	3,235%	12,92%
BTUV:AV	13,58	1,59	491,91	49,25	-0,620%	6,98%
CBK:GR	42,35	18,77	11215,46	4863,58	0,681%	25,76%
CE:IM	18,40	3,29	1863,13	609,53	1,038%	17,84%
COM:GR	15,16	8,95	1226,95	707,30	4,037%	29,94%
CRG:IM	12,11	4,14	2662,55	1307,08	0,218%	21,72%
CVAL:IM	14,06	2,03	954,76	354,91	-0,541%	21,10%
DANSKE:DC	37,42	11,66	34204,96	8399,96	0,078%	16,75%
DBK:GR	37,42	11,66	34205,00	8399,98	-0,044%	16,78%
DEXB:BB	90,07	50,09	8842,72	8241,38	42,315%	301,20%
DPB:GR	34,90	8,44	6902,13	2073,16	1,713%	16,67%
EBS:AV	29,05	13,60	8374,11	4368,91	3,256%	19,33%
ETE:GA	17,49	6,48	7780,70	5400,22	10,664%	99,89%
EUROB:GA	18,92	9,47	4686,16	3382,61	61,649%	457,96%
HB:CY	16,26	2,22	474,81	432,26	14,073%	92,54%
INGA:NA	30,16	8,58	44589,41	23716,16	3,156%	30,19%
ISP:IM	14,95	3,35	32687,92	16065,40	2,016%	20,15%
KBC:BB	24,21	6,04	17421,35	9037,67	4,145%	26,74%
KN:FP	31,75	3,27	10221,31	6037,02	5,619%	30,79%
MB:IM	8,65	2,34	7625,00	3074,03	0,800%	15,90%
OBS:AV	14,28	2,29	1260,15	271,06	1,261%	7,17%

PEL:IM	16,80	4,56	352,13	274,87	7,350%	55,13%
PMI:IM	12,12	1,78	2542,69	1309,28	0,471%	24,19%
POP:SM	15,07	1,34	9123,81	3483,10	0,453%	16,74%
RBI:AV	13,90	1,08	7174,79	3931,56	0,728%	22,82%
SAB:SM	15,53	2,41	6081,58	2404,37	3,634%	21,98%
SAN:SM	16,81	2,05	62607,31	18655,51	0,721%	17,44%
SHBA:SS	24,94	2,08	132502,79	44333,60	1,875%	10,12%
STAN:LN	15,84	1,57	38771,58	16849,30	2,340%	15,47%
SWEDA:SS	22,47	3,11	104833,74	54445,29	3,679%	23,65%
TATT:GA	30,15	60,17	286,34	163,18	17,875%	97,20%
TPEIR:GA	29,70	39,73	3166,89	2606,10	8,732%	58,85%
TUB:GR	17,23	3,27	2495,09	297,81	-0,731%	9,48%
UBI:IM	12,55	1,86	5956,03	2983,19	-0,522%	17,33%
UBSG:VX	35,39	14,12	89032,73	59123,59	1,695%	33,20%
UCG:IM	18,30	2,56	33620,96	15810,05	1,018%	24,38%

Per il calcolo del CoVaR condizionato dalle variabili di stato, che sono state estrapolate lungo il periodo che inizia il 6 Gennaio del 2004 e trova il termine con il 25 Novembre del 2016 per un totale di 3287 osservazioni, la tabella che segue evidenzia le principali statistiche descrittive.

*Tabella 3.3 Statistiche descrittive riguardanti le Variabili di stato utilizzate per il calcolo del CoVaR condizionato.*

Variabile	Media	STD	Min	Max
VSTOXX	23,2829	8,9233	11,6	87,5127
Spread di liquidità a breve termine	0,3978	0,3822	-0,368	2,737
Variazione del tasso sui t-bill a 3 mesi	-0,0111	0,5734	-12,5	16,1
Cambiamento inclinazione curva dei	1,0353	0,844	-1,338	2,774

rendimenti				
Rendimento del mercato azionario	-0,0001	0,0183	-0,1446	0,1743
Credit Spread	0,1003	0,054	-0,0393	0,2201

L'indice VSTOXX, estratto attraverso la piattaforma Bloomberg, è basato sui prezzi delle opzioni di EURO STOXX 50 ed è stato progettato per riflettere le aspettative sulla volatilità, sia a breve che a lungo termine, misurate in un preciso momento, attraverso la radice quadrata della varianza implicita di tutte le opzioni. Per il calcolo dello spread di liquidità ci si è serviti del rendimento del titolo del tesoro tedesco a tre mesi, estratto da Bloomberg, mentre come tasso per le operazioni pronto contro termine è stato utilizzato il valore dell'Euribor, estratto da Datastream. Per calcolare la variazione della curva dei rendimenti è stato impiegato il tasso sui titoli di stato tedeschi a dieci anni, ottenuto da Datastream. Il rendimento del mercato azionario si è basato sull'indice STOXX Europe 600, che contiene un numero fisso di 600 azioni a bassa, media ed alta capitalizzazione di 18 paesi Europei, ottenuto da Bloomberg. Infine, per il calcolo del Credit Spread è stato utilizzato il titolo PIGIBDI:LX, estratto anch'esso da Bloomberg.

Osservando invece, la tabella 3.4 dove sono elencate le correlazioni tra le variabili di stato, si può notare una correlazione positiva tra l'indice di volatilità e lo spread di liquidità a breve termine (67,61%) e tra l'indice di volatilità e la variazione del tasso sui t-bill a tre mesi (55%). Lo spread di liquidità, invece, ha una correlazione negativa con il credit spread e la variazione dell'inclinazione della curva dei rendimenti (rispettivamente -27,6% e -35,35%). Infine, il credit spread presenta una correlazione positiva con la variazione dell'inclinazione della curva dei rendimenti (23,04%).

Tabella 3.4 Correlazioni tra le variabili di stato.

	VSTOXX	Spread di liquidità a breve termine	Camb.to nel tasso sui t-bill a 3 mesi	Camb.to incl. curva dei rend.ti	Rend.to del mercato azionario	Credit Spread
VSTOXX	1					
Spread di liquidità a breve termine	0,6761	1				
Cambiamento nel tasso sui t-bill a 3 mesi	0,55	-0,0175	1			
Cambiamento incl. curva dei rendimenti	-0,1252	-0,3535	-0,0007	1		
Rendimenti del mercato azionario	-0,0823	-0,0369	0,0053	0,0399	1	
Credit Spread	-0,02582	-0,276	-0,0179	0,2304	0,0296	1

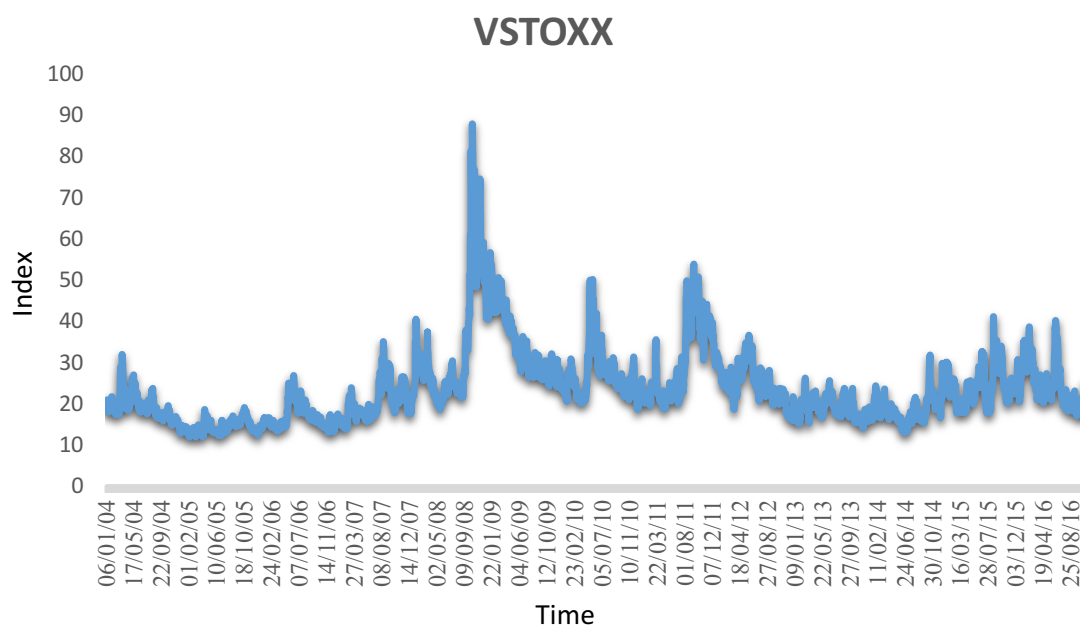
Un'importante considerazione da poter aggiungere riguarda l'andamento dello spread di liquidità a breve termine durante il periodo temporale preso in analisi. Infatti, la percezione del rischio di liquidità a breve, è aumentata durante i due periodi di crisi sistemica analizzati nella prima parte del presente capitolo. In modo più preciso e attento, si nota che lo spread di liquidità ha raggiunto un valore pari a 273,7 punti base, il 6 Novembre del 2008, qualche settimana dopo il fallimento di Lehman Brothers. Un ulteriore aumento della percezione del rischio di liquidità si è avuto durante la crisi del debito sovrano nel 2011, raggiungendo un valore di 146,9 punti base il 9 Novembre 2011. Nello stesso periodo, molti stati europei denominati GIPSI-Grecia, Irlanda, Portogallo, Spagna e Italia- furono colpiti dalla crisi del debito sovrano provocando forti tensioni all'interno dei mercati ed importanti riduzioni di liquidità che spinsero gli stessi e la Banca Centrale Europea ad adottare misure straordinarie.

*Figura 3. 2 Spread di liquidità a breve termine*



Il prossimo grafico mostra l'andamento dell'indice VSTOXX lungo l'arco temporale preso in analisi. Come si può notare il suo valore all'inizio del 2004 tende a scendere fino a raggiungere il minimo di 11,6 il 4 febbraio del 2005. L'indice ha riscontrato un aumento nel corso del 2008 raggiungendo il valore massimo di 87,51 il 16 ottobre del 2008, in seguito al fallimento di Lehman Brothers avvenuto il 15 settembre del 2008. Successivamente, la volatilità del mercato ha subito una riduzione, aumentando nel maggio del 2010 e nella seconda metà del 2011. In seguito il valore del VSTOXX si è ridotto senza mai risultare inferiore al valore registrato nel febbraio del 2005.

*Figura 3.3 VSTOXX*



Come accennato ad inizio paragrafo ora si andrà a vedere la consistenza di queste misure in merito ai due periodi di crisi sistemica esaminati. La prima misura analizzata e calcolata tramite python, con i relativi codici sorgenti che si possono trovare nell'allegato 1, è il CoVaR incondizionato ed il CoVaR



condizionato dalle variabili di stato del valore di mercato delle attività, seguendo il procedimento proposto da Adrian e Brunnermeier (2011).

Inizialmente è stato costruito un portafoglio composto da tutte le banche presenti nel campione, in seguito è stato calcolato il rendimento di questo portafoglio ponderando il rendimento di ciascuna banca per il valore di mercato delle sue attività rispetto al valore di mercato delle attività del portafoglio. In tal modo si è costruito un portafoglio rappresentativo del settore bancario europeo, necessario per il calcolo delle varie misure di rischio. La stima dei VaR e dei CoVaR è stata eseguita attraverso la regressione quantilica. Seguendo quanto suggerisce Sedunov (2016), i dati per il calcolo di queste due misure sono stati recuperati nel corso dei due anni precedenti gli eventi sistemici, con la convinzione che le determinanti del rischio sistemico variano nel corso del tempo, di conseguenza varia anche l'esposizione di ogni istituzione al rischio sistemico. Attraverso questa modifica, il  $\Delta CoVaR$  potrebbe essere usato per determinare direttamente il grado di esposizione al rischio sistemico di ciascun istituto di credito in un preciso istante.

In riferimento alla crisi sistemica Statunitense, i calcoli sono stati effettuati partendo dal quarto trimestre del 2006 fino al quarto trimestre del 2008, considerato come l'apice della crisi finanziaria statunitense.

Nella tabella A dell'allegato 2 si trovano i risultati del CoVaR incondizionato, del VaR all'1% ed al 5%, del  $\Delta CoVaR$  all'1% ed il beta, necessario per il calcolo del  $\Delta CoVaR$ <sup>42</sup>, appartenenti a ciascuna banca presente nel campione. Da tale prospetto, si evince che gli intermediari finanziari che hanno un CoVaR maggiore, ovvero il VaR di un'istituzione condizionato al VaR all'1% del portafoglio costruito precedentemente, risultano essere: UBS (-45,9%), Banco

---

<sup>42</sup> Vedasi il paragrafo 2.2 per una spiegazione più formale del calcolo del  $\Delta CoVaR$ .

Santander (-30,3%) ed il Credito Valtellinese (-30%). Allo stesso tempo, le istituzioni che hanno registrato un CoVaR minore, quindi coloro che hanno subito minori perdite rispetto alla media del settore, sono ING Groep (-4,95%), Deutsche Postbank (-6,38%) e Commerzbank (-6,4%).

Le imprese che hanno prodotto un maggiore contributo al rischio sistemico, riassunto dal valore del  $\Delta CoVaR$  all'1%, calcolato come la differenza tra il VaR del sistema finanziario quando l'istituzione si trova in difficoltà (nel peggior 1% dei rendimenti dell'attivo) ed il VaR del sistema finanziario quando l'istituzione si trova al suo stato normale, sono: UBS (-34,96%), Raiffeisen Bank (-22,41%) e Banco Santander (-21,31%). Le banche, invece, che hanno mostrato il minore contributo al rischio sistemico, rispetto alle altre istituzioni finanziarie appartenenti al campione, sono Allied Irish Bank (8,53%), Bank of Ireland (8,53%) e BKS Bank (8,14%).

Nella tabella B dell'allegato 2 sono presenti gli stessi risultati dei calcoli effettuati per ottenere il CoVaR condizionato dalle variabili di stato ritardate di un periodo ed il rispettivo  $\Delta CoVaR$ . L'utilizzo delle variabili di stato permette di comprendere se queste ultime hanno influenzato le istituzioni e quale sia la direzione di questa influenza che può variare per ogni istituto di credito. Le istituzioni che hanno registrato un CoVaR maggiormente negativo sono state KBC Groep (-22,64%), Banco Santander (-16,98%), Deutsche Bank (-14,84%) e Danske Bank (-14,84%).

Le banche, laddove, hanno registrato un CoVaR positivo e, quindi, non sono state colpite dalla sofferenza del portafoglio di banche analizzato sono Banca Popolare dell'Etruria e del Lazio (92,90%), Banco BPI (25,97%) e Svenska Handelsbanken (7,51%). Gli istituti di credito che mostrano di aver contribuito in maniera maggiore al rischio sistemico, grazie all'osservazione del  $\Delta CoVaR$ , sono Banco Santander (-15,89%), Danske Bank (-15,40%) e Deutsche Bank (-14,84%). Le banche che, invece, hanno contribuito in maniera minore al rischio

sistemico sono state Banca Popolare dell'Etruria e del Lazio (77,52%), Banco BPI (14,07%) e Commerzbank (9,52%).

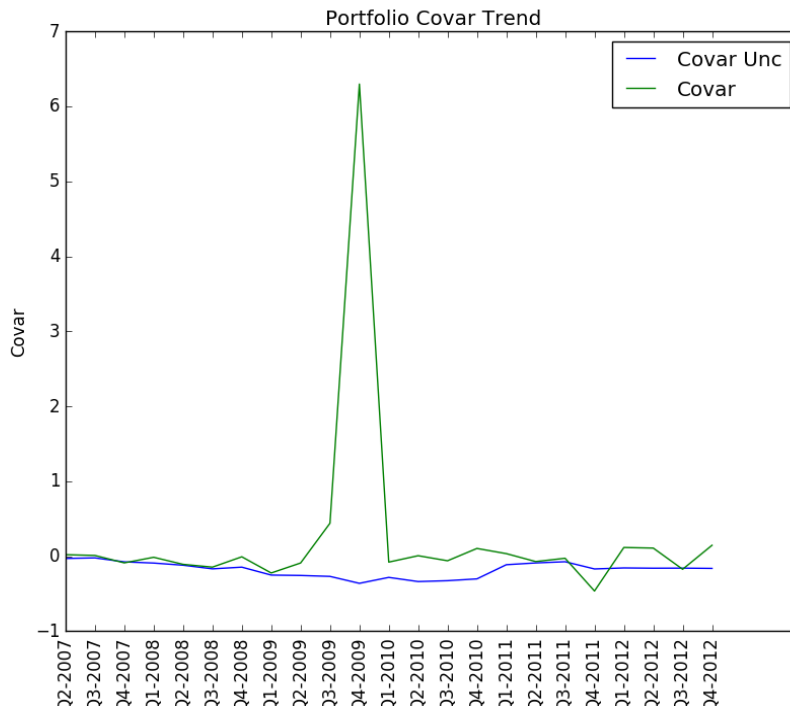
L'analisi svolta per il calcolo del CoVaR e del  $\Delta CoVaR$  all'1% riguardo la crisi del debito sovrano è stata effettuata lungo un arco temporale che inizia il quarto trimestre del 2009 e si conclude il quarto trimestre del 2011. La scelta di questo periodo risale alla convinzione che l'apice di tale crisi corrisponda con l'inizio delle manovre straordinarie da parte della Banca Centrale Europea, mediante l'immissione di liquidità con le LTRO, avvenute a dicembre 2011. La metodologia applicata è la medesima. Nella tabella C dell'allegato 2 si trovano le stime effettuate su questo campione di banche per il CoVaR incondizionato e del rispettivo  $\Delta CoVaR$ . Gli istituti di credito che risultano avere un CoVaR maggiormente negativo rispetto alla media sono Banco Sabadell (-39,01%), Comdirect Bank (-34,18%) e Mediobanca (-33,24%). Le banche che hanno registrato un CoVaR migliore risultano essere Oberbank (0,66%), HSBC Trinkaus e Burkhardt (0,35%) e Dexia Bank (-0,20%). Gli istituti finanziari che emergono per aver prodotto un maggiore contributo al rischio sistemico, attraverso l'osservazione del  $\Delta CoVaR$ , sono Comdirect Bank (-26,85%), Deutsche Postbank (-21,53%) e Banco Sabadell (-20,67%). Le banche che hanno contribuito in misura minore al rischio sistemico sono le seguenti: Bank Fuer Tirol (31,45%), Banco Desio (12,91%) e BNP Paribas (11,63%). Nella tabella D, invece, si possono osservare i risultati per le stime del CoVaR condizionato e del  $\Delta CoVaR$  all'1% eseguiti utilizzando le variabili di stato esposte precedentemente. Gli istituti di credito che hanno registrato un CoVaR maggiormente negativo e che sono stati colpiti più violentemente dalla crisi del debito sovrano degli stati periferici dell'Europa sono Banca Popolare di Milano (-34,67%), Oberbank (-31,68%), e Banco Desio (-31,58%). Le banche che hanno sofferto in modo relativamente minore, rispetto alla media, risultano

essere HSBC Trinkaus e Burkhardt (-11,60%), Banco Sabadell (-13,33%) e Comdirect Bank (-15,38%). Osservando il  $\Delta CoVaR$  all'1% si può notare come i maggiori gruppi bancari che hanno contribuito alla creazione del rischio sistemico siano ING Groep (-34,17%), Eurobank Ergasia (-32,84%) e Bank of Cyprus (-15,38%). Gli intermediari finanziari che hanno contribuito in misura minore al rischio sistemico, invece, sono Unicredit Group (24,64%), Banco Comercial Portugues (14,70%) e Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (14,70%). Un'importante considerazione che si può cogliere mediante la lettura di queste tabelle è che la crisi del debito sovrano abbia colpito maggiormente il campione di banche europee.

Infatti, le stime dei CoVaR mostrano dei risultati prevalentemente negativi per tutti gli intermediari, mentre, le stime eseguite durante la crisi dei mutui subprime non producono tutti valori negativi per il CoVaR.

Il grafico che si può osservare, mostra l'andamento del CoVaR del portafoglio di banche costruito all'inizio del calcolo. Il CoVaR è stato calcolato utilizzando i dati riguardanti i due anni precedenti attendendosi a ciò che sostiene Sedunov (2016), per creare una misura quanto più precisa e meno distorta da eventi troppo remoti. Dopo un'attenta lettura del grafico si può osservare come il CoVaR condizionato dalle variabili di stato sia stato influenzato dalle varie politiche di immissione di liquidità effettuate nel quarto trimestre del 2009 dagli stati sovrani per il salvataggio (Bail-out) di alcuni gruppi bancari come per Allied Irish Bank in Irlanda, Commerzbank in Germania, Dexia bank in Belgio e per UBS in Svizzera. Invece, quest'ultima considerazione non si può fare leggendo il CoVaR incondizionato. Inoltre, si denotano anche i valori in aumento nel primo trimestre del 2012 collegati alle immissioni di liquidità effettuate dalla Banca Centrale Europea.

Figura 3.4 Valori del CoVaR incondizionato e del CoVaR condizionato dalle variabili di stato del portafoglio rappresentativo il campione di banche.



Di seguito, viene presentata l'analisi basata sul modello di misurazione del rischio sistemico utilizzato da Acharya, Pedersen, Philippon e Richardson nel 2010. Secondo cui, si può quantificare il rischio sistemico quando si presenta una carenza di capitale nel mercato finanziario tale da contrarre l'erogazione di credito, causata dal default di uno e/o più gruppi bancari, senza la possibilità di evitare la riduzione del livello dei prestiti. Il rischio sistemico, quindi, viene associato alla diminuzione di capitale delle istituzioni finanziarie durante una crisi sistemica, cioè in corrispondenza di una sottocapitalizzazione del mercato. Mediante la metodologia elaborata da Acharya et al (2010), si può quantificare il livello di sottocapitalizzazione delle singole istituzioni finanziarie, permettendo

così di esaminare il livello di capitalizzazione del mercato aggregando le varie misure in un portafoglio unico.

Per poter calcolare la Systemic Expected Shortfall si deve prima ottenere la Realized Expected Shortfall, ovvero la perdita occorsa dalle banche durante il periodo di crisi analizzato ottenuta calcolando il rispettivo rendimento periodale nel seguente modo:

$$RSES = \frac{P_t^i}{P_{t-1}^i} - 1.$$

Acharya et al. (2010) sostengono che la SES dipenda da due variabili molto importanti: il livello di indebitamento e la Marginal Expected Shortfall (MES). La prima variabile è importante poiché il leverage di ogni singola istituzione bancaria, registrato prima della crisi, possa influire sulla performance durante un evento sistemico. A maggiori livelli di indebitamento corrisponderà un ammontare maggiore di capitale da destinare ai creditori in un momento di difficoltà finanziaria del mercato. La seconda variabile da considerare è la MES, già introdotta nel secondo capitolo, che corrisponde alla perdita marginale attesa di ogni banca quando il mercato ha registrato i rendimenti peggiori. Per livelli maggiori di questa variabile si attenderà una maggiore esposizione alla riduzione dei rendimenti di mercato.

Le banche prese in analisi sono quelle enunciate nella tabella 3.1 insieme ai valori di bilancio, ai prezzi giornalieri e alle altre informazioni necessarie per il calcolo della misura di rischio, che sono state estratte da Bloomberg. L'analisi viene divisa in modo analogo a quella del CoVaR nei due periodi di crisi sistemica.

Nella tabella E dell'allegato 2, rappresentativa la crisi sistemica statunitense, si possono trovare i valori della RSES, del leverage, del MES al 5% e del SES, calcolato attraverso un'analisi di regressione lineare, dove la variabile

dipendente è la RSES e le variabili indipendenti sono il leverage ed il MES. La regressione mostra dei buoni poteri predittivi, infatti, possiede un R-squared pari a 90,2% ed un adjusted R-squared pari a 89,8%, riuscendo a spiegare la maggior parte della variazione del RSES mediante le due variabili indipendenti. Come orizzonte temporale è stato considerato il quarto trimestre del 2006 fino al quarto trimestre del 2008. La Systemic Expected Shortfall del portafoglio bancario, calcolata sommando i valori di SES di ciascuna banca, ponderati per il valore di mercato delle attività di ciascuna, rispetto al valore di mercato totale del portafoglio, risulta essere molto negativa (-65,76%); denotando una perdita media di capitale da parte delle banche più grande della metà del capitale detenuto da queste ultime. Gli istituti di credito che hanno registrato le perdite maggiori durante la crisi dei mutui sub-prime risultano essere Bank of Ireland (-93,82%), Allied Irish Bank (-90,86%) e Natixis (-90,42%). Le banche che, invece, hanno registrato dei rendimenti positivi sono Oberbank (27,5%), BKS Bank (14,64%) ed Alandsbanken (6,41%). Gli intermediari finanziari, che hanno operato in questo periodo con elevati livelli di leverage, calcolato come il rapporto tra il valore di mercato delle attività detenute dalle banche ed il valore di mercato del patrimonio netto di esse, sono UBS (56,11), Barclays (54,42), Deutsche Bank e Danske Bank (entrambe con un valore pari a 52,10). Le banche che presentano un livello di indebitamento non eccessivo, durante questo arco temporale, sono Banca Carige (9,08), Banco BPI (8,89) e Mediobanca (8,16).

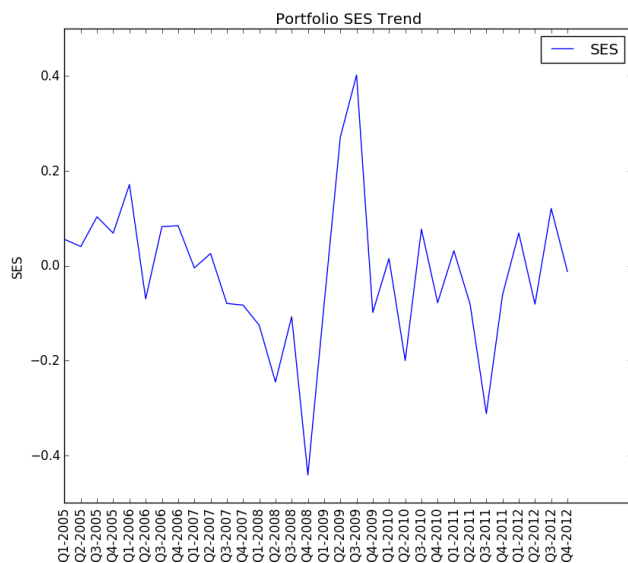
Nella tabella F dell'allegato 2, invece, sono rappresentati i risultati, per le stesse misure della tabella E, dell'analisi compiuta durante la crisi del debito sovrano in Europa e si è considerato l'orizzonte temporale che inizia dal quarto trimestre del 2009 e si conclude con il quarto trimestre del 2011. La regressione mostra dei buoni poteri predittivi, infatti, possiede un R-squared pari a 89,4% ed un adjusted R-squared pari a 89%, spiegando la maggior parte della variazione del

RSES tramite i due regressori. La RSES del portafoglio bancario risulta, anche in questa occasione, significativamente negativa (-47,93%), anche se minore rispetto alla perdita registrata durante la crisi dei mutui sub-prime. Gli istituti di credito che denotano una maggiore perdita risultano essere Allied Irish Bank (-97,46%), Piraeus Bank (-96,17%) ed Alpha Bank (-96,15%). Gli istituti di credito che hanno ottenuto un rendimento positivo sono Comdirect Bank (10,24%), Oberbank (9,66%) e Bank Fuer Tirol (6,45%). Per quanto riguarda il livello di indebitamento, gli intermediari finanziari che hanno operato un elevato leverage rispetto alla media sono Dexia Bank (72,35%), Commerzbank (71,89), Deutsche Bank e Danske Bank (entrambe con un valore di 43,03), invece, le banche che hanno registrato un leverage molto inferiore rispetto alla media risultano essere BKS Bank (10,73), Banca Carige (10,54) e Banco BPI (10,29). Dall'analisi delle tabelle E ed F si può notare come il livello di indebitamento di ogni singola banca abbia una relazione con il rispettivo RSES e come le stime del SES per ogni banca siano uno strumento consistente nel misurare la sottocapitalizzazione del mercato. Infatti, osservando la figura sottostante, dove è raffigurato l'andamento del Systemic Expected Shortfall del portafoglio rappresentativo l'insieme delle banche analizzate, lungo il periodo che inizia dal primo trimestre del 2005 e si conclude con il quarto trimestre del 2012. Si evince, inoltre, che durante il quarto trimestre del 2008 si è avuto il minor valore per il SES coincidente all'apice della crisi del mercato statunitense e nei successivi trimestri si nota un aumento del valore del SES causato dai salvataggi di alcuni grandi gruppi bancari effettuati dagli Stati europei. Proseguendo la lettura del grafico, si può dedurre che durante il terzo trimestre del 2011 ci sia stata la seconda variazione negativa del portafoglio, coincidente all'apice della crisi del debito sovrano. Successivamente si nota come, durante il quarto trimestre del 2011 ed il primo trimestre del 2012, ci sia stata una



notevole variazione in positivo dovuta alle misure straordinarie di iniezione di liquidità emesse dalla Banca Centrale Europea.

*Figura 3.5 Valori del SES del portafoglio rappresentativo il campione di banche analizzate.*

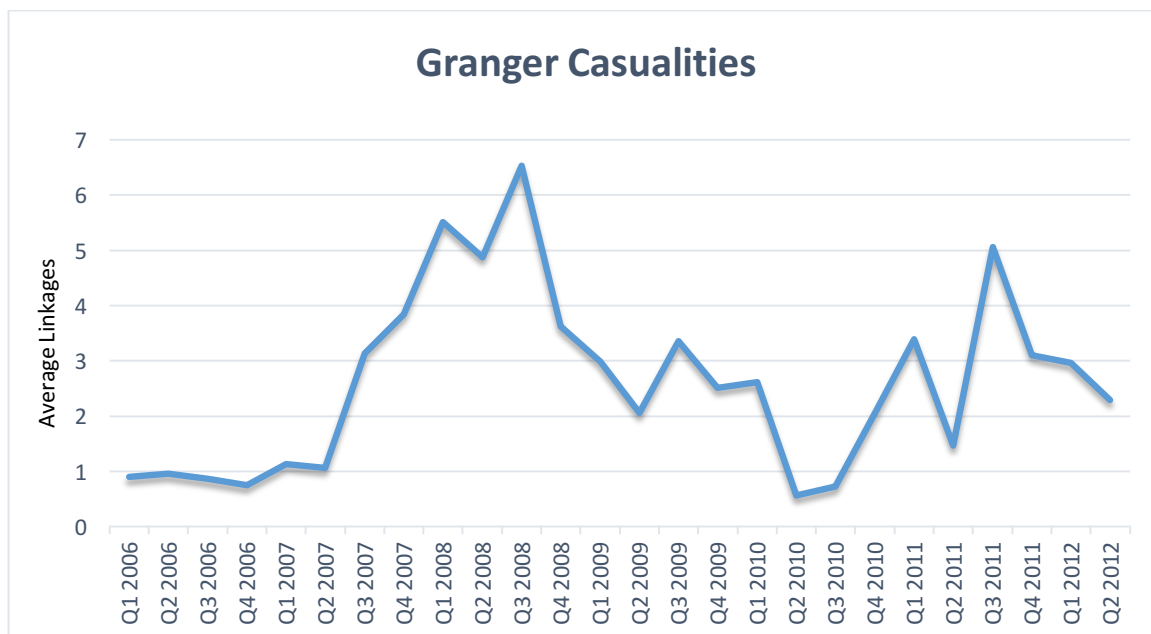


La terza misura del rischio sistemico, calcolata nel presente elaborato, è il test di causalità alla Granger, ottenuta applicando la metodologia suggerita da Billio et al. (2012) e spiegata nel secondo capitolo. Un vantaggio significativo che si ottiene mediante l'applicazione di questa metodologia consiste nel calcolare il grado delle interconnessioni all'interno del sistema finanziario in modo incondizionato, cioè senza la necessità che si verifichi un evento sistemico. Per poter determinare se le serie storiche di una banca possono causare nel senso di Granger un'altra istituzione è stato applicato un grado di significatività statistica dell'1%. In questo modo si vanno a cogliere solo le relazioni molto forti tra le serie storiche analizzate nel modello, escludendo, a priori, le relazioni che hanno una significatività statistica maggiore dell'1%. Usando l'indicatore di causalità alla Granger presentato nel paragrafo 2.4.1, è stata effettuata

un'analisi riguardo le interconnessioni esistenti tra i vari istituti finanziari presenti nel campione. Nell'appendice 1, si trovano i codici sorgente mediante i quali sono stati analizzati i prezzi azionari giornalieri, estratti da Bloomberg, per osservare le relazioni esistenti. Nella tabella G dell'allegato 2 si trovano i risultati del numero di interconnessioni presenti per ciascun intermediario finanziario, indicato attraverso il ticker identificativo usato nella tabella 3.1. Durante la crisi dei mutui sub-prime nel mercato statunitense la banca che ha registrato più interconnessioni è stata Unicredit Group (25 interconnessioni), seguita da Bankinter (22 interconnessioni) e Alandsbanken (21 interconnessioni). Invece, nel corso della crisi del debito sovrano, intercorsa in Europa, gli istituti di credito che hanno mostrato più relazioni con le altre banche sono state Comdirect Bank (29 interconnessioni), Deutsche Postbank (23 interconnessioni) e Credito Emiliano (22 interconnessioni). Inoltre, è stata effettuata un'analisi sulle interconnessioni che ci sono state sulla totalità dei dati analizzabili come illustrato nella tabella 3.1. Le banche che hanno evidenziato maggiori legami con le altre sono state Dexia Bank (39 interconnessioni), Credito Emiliano (32 interconnessioni), Credito Valtellinese e Banco Desio (entrambe con 31 interconnessioni). Esaminando il grafico sottostante nel quale sono rappresentate le interconnessioni medie del portafoglio di banche analizzato, lungo l'arco temporale che inizia il primo trimestre del 2006 e si conclude il secondo trimestre del 2012, si evince come le interconnessioni siano aumentate nel corso del 2006 e del 2007 fino a raggiungere il valore più alto durante il terzo trimestre del 2008. Inoltre, si può notare che durante il terzo trimestre del 2011 le interconnessioni siano aumentate notevolmente. Le osservazioni finali possono far riflettere sull'utilità del modello di causalità alla Granger, poiché i valori più elevati delle interconnessioni sono stati evidenziati durante il trimestre precedente l'apice delle due crisi analizzate. Questa peculiarità potrebbe essere interpretata come un segnale di allarme, per le

autorità di riferimento, della possibilità che un evento sistemico stia per accadere.

Figura 3.6 Interconnessioni medie tra le banche analizzate nel campione



### 3.5 Valutazione delle capacità predittive delle misure di rischio

Dopo aver valutato la consistenza delle misure di rischio sistemico si procede con la valutazione del potere predittivo di ciascuna misura per poter stabilire quale tra le metriche presentate risulti avere i maggiori poteri predittivi. Si vuole esaminare se le metriche abbiano delle capacità predittive prima che si generi una potenziale crisi, così da rendere gli operatori di mercato consapevoli dei rischi cui stanno andando incontro. Inoltre, si dovrebbe essere in grado di stimare le esposizioni future delle singole banche al rischio sistemico.

Per effettuare questo studio è stata compiuta, in primo luogo, un'analisi di regressione lineare<sup>43</sup>, nella quale la variabile dipendente è la variazione del valore di mercato delle attività del portafoglio (Delta *MVA*), rappresentativo il campione di banche europee analizzato. Come variabili indipendenti sono state inserite il CoVaR incondizionato e condizionato dalle variabili di stato, il SES e le connessioni medie del portafoglio risultanti dai calcoli effettuati nel paragrafo precedente. Il campione dei dati disponibili per effettuare la regressione è stato limitato ad un arco temporale massimo di quindici trimestri, poiché si vuole ottenere una misura di rischio reattiva e dinamica rispetto alle possibili evoluzioni del mercato, poiché utilizzare un orizzonte temporale più lungo danneggerebbe questo obiettivo. L'analisi si è basata sulla previsione della crisi del debito sovrano utilizzando come training set di dati, ovvero i dati necessari per effettuare la regressione, lungo un arco temporale che inizia il primo trimestre del 2007 e trova come termine il primo trimestre del 2011. Quindi, in questo campione di dati vengono presentate le informazioni che riguardano la crisi dei mutui sub-prime con l'obiettivo di osservare se si poteva prevedere la successiva crisi del debito sovrano in Europa.

I risultati della regressione che si possono trovare nella tabella H, evidenziano una significatività statistica per il coefficiente del SES pari al 5%, per il coefficiente del CoVaR condizionato dalle variabili di stato pari al 6%, mentre, per le interconnessioni medie ed il CoVaR non condizionato non si evidenzia alcuna significatività statistica. In questa analisi, il SES ed il CoVaR condizionato risultano dei migliori predittori rispetto alle altre due misure di rischio sistemico, per quanto riguarda la stima della variazione del valore delle attività di mercato del portafoglio. Nonostante ciò, una relazione lineare tra

---

<sup>43</sup> L'analisi è stata eseguita mediante python ed i relativi codici sorgenti si possono trovare nell'allegato 1.

queste variabili non sembra essere la giusta approssimazione, poiché analizzando il grafico sottostante, si può notare come la regressione non riesca a spiegare la maggior parte delle variazioni. Infatti, la regressione calcolata possiede un R-squared pari al 49,9% ed un adjusted R-squared pari a 29,8%.

*Figura 3.7 Variazione dell'MVA del portafoglio e predizione della variazione dell'MVA attraverso una regressione lineare*



Dopo aver eseguito questa ricerca, non ci si può ritenere soddisfatti dei risultati poiché il modello elaborato per stimare le variazioni del valore delle attività di mercato del portafoglio non riesce a prevedere in modo efficiente ed efficace le

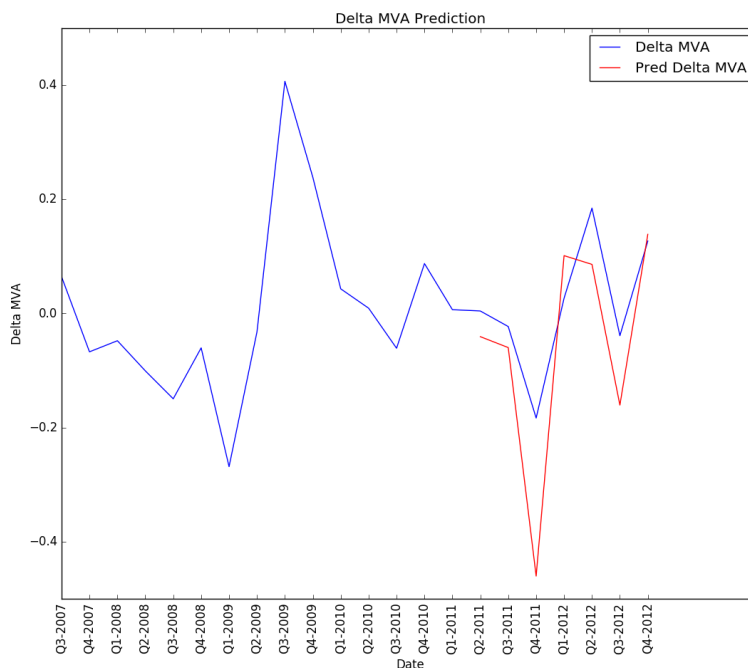
future variazioni. Quindi, si procede nel ricercare una possibile relazione non lineare tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti. Si analizza, pertanto, se possa esistere una relazione quadratica tra tali misure, applicando lo stesso orizzonte temporale dell'analisi precedente. Tale scelta deriva dalla considerazione che, per eseguire un'analisi tempestiva della futura evoluzione del valore delle attività del portafoglio, necessitiamo di un modello che sia in grado di prevedere una variazione significativa del valore. Infatti, la variazione del valore delle attività del portafoglio potrebbe aumentare o diminuire ad un tasso diverso al variare del valore delle variabili indipendenti. La scelta della relazione quadratica è motivata dall'esigenza di rilevare un potenziale picco negativo della variabile indipendente senza inficiare la precisione statistica del modello<sup>44</sup>. Nella tabella I si mostrano i risultati di quest'ultima analisi di regressione e, come si può notare, il CoVaR possiede una significatività statistica dell'1%, un risultato nettamente migliore rispetto all'analisi precedente; mentre, le altre misure di rischio in questo modello non risultano avere alcuna significatività statistica.

Dal grafico sottostante, si può evincere che una relazione quadratica tra queste variabili sembra essere una migliore approssimazione rispetto ad una relazione lineare. Infatti, la regressione quadratica possiede un R-squared pari a 95,1% ed un adjusted R-squared pari a 88,6%.

---

<sup>44</sup> Come supporto di tale studio, è stata eseguita un'analisi nella quale si è verificato che una relazione cubica non produceva dei risultati statisticamente significativi.

Figura 4.8 Variazione dell'MVA del portafoglio e sua predizione mediante una regressione quadratica.



Nonostante questo ultimo modello non riesca a spiegare complessivamente la futura variazione del valore delle attività di mercato del portafoglio, si può constatare che la misura di rischio sistemico, che possiede le maggiori capacità predittive sia il CoVaR condizionato dalle variabili di stato. Sebbene le altre misure di rischio forniscano delle informazioni differenti rispetto al CoVaR potrebbero, quindi, essere utilizzate come strumenti aggiuntivi per la valutazione del rischio sistemico. Mediante l'uso di questo modello si sarebbe potuta prevedere la variazione negativa del valore di mercato delle attività del portafoglio, causata dalla crisi del debito sovrano accaduta nel quarto trimestre del 2011. Il CoVaR presenta diversi vantaggi rispetto alle altre misure. Il primo, prodotto dalla misura del CoVaR, consiste nella sua flessibilità che permette di analizzare sia gli effetti che una banca può avere quando il sistema finanziario

si trova in sofferenza sia il contrario: gli effetti di *spillover* tra le varie istituzioni finanziarie, causate dalla sofferenza di un particolare istituto di credito. Un vantaggio ulteriore sarebbe l'utilizzo di variabili economiche che possono essere facilmente reperibili ed aggiornate. Un terzo ed ultimo vantaggio riguarda l'utilizzo della regressione quantilica, che risulta robusta e flessibile nel suo utilizzo. In aggiunta, il calcolo del  $\Delta CoVaR$  permette di stimare il contributo al rischio sistemico di ogni singola istituzione, invece di considerare ogni intermediario isolato rispetto al resto del mercato.

Infine, gli svantaggi che si incontrano nell'utilizzo del CoVaR potrebbero essere collegati al fatto che le variabili considerate nel calcolo non siano sufficienti per prevedere il rischio sistemico e, inoltre, come viene evidenziato da Billio et al. (2014) le misure di rischio sistemico potrebbero essere distorte verso il basso, a causa della bassa volatilità presente nei momenti di crescita economica. Finché non si manifesterà un aumento della volatilità, tale misura potrebbe non misurare adeguatamente il livello di rischio sistemico presente nel sistema finanziario.



# CONCLUSIONI

L'analisi parametrica, eseguita nel presente elaborato, si basa sul concetto di rischio sistemico. Come si evince dal primo capitolo, la definizione di rischio sistemico risulta molto complessa e variegata, poiché le determinanti di tale rischio possono essere molto difformi, a causa delle differenti condizioni in cui il mercato e gli intermediari finanziari si possono trovare. Quindi, individuare una definizione, che contenga tutte le varie peculiarità che possono incorrere a tale rischio, è un obiettivo abbastanza complesso. Nonostante ciò, la definizione attribuita al rischio sistemico, si indentifica con il presentarsi di un evento sistemico, che può essere: il crollo di un mercato, il fallimento di un'istituzione finanziaria o uno shock macroeconomico. Dall'evento sistemico potrebbero scaturire un insieme di effetti avversi legati soprattutto alle esternalità negative generate da tale evento. Le esternalità si manifestano attraverso gli effetti di *spillover*, i quali contagiano altri intermediari finanziari, creando così un'instabilità generale nel sistema, compromettendo il corretto funzionamento di quest'ultimo. Alla luce di quanto detto risulta molto complessa la ricerca di una accurata misura che rilevi il rischio sistemico. Pertanto, nel secondo capitolo è stata esposta la spiegazione teorica degli indicatori di rischio sistemico, esaminati nell'analisi parametrica, al fine di inquadrare in modo migliore gli assunti teorici sui cui si basano tali metriche.

L'obiettivo dell'elaborato è stato quello di fornire un contributo alla letteratura economica di riferimento, oltre che alle autorità regolamentari in ambito macroprudenziale, attraverso un'analisi parametrica delle tre misure di rischio sistemico applicate ad un campione di banche europee. Nel corso dell'analisi si è, in primo luogo, valutata la consistenza delle varie misure di rischio, applicandole a due periodi di crisi differenti, quali la crisi dei mutui sub-prime

degli Stati Uniti e la crisi del debito sovrano avvenuta in Europa. Il calcolo di tali indicatori è stato effettuato mediante l'utilizzo dei dati estratti dalle piattaforme Bloomberg e Datastream.

Le metriche analizzate sono state il CoVaR, proposto da Adrian e Brunnermeier (2011), il Systemic Expected Shortfall sviluppato da Acharya, Pedersen, Philippon e Richardson (2010) ed il test di causalità alla Granger utilizzato mediante la metodologia proposta da Billio et al. (2012). Ciascuna misura è stata impiegata considerando un campione di 51 banche Europee, ed ha mostrato di essere valida per inquadrare il rischio sistemico, poiché i risultati ottenuti evidenziano una chiara relazione le misure utilizzate e gli eventi sistemici analizzati.

Il CoVaR, attraverso l'utilizzo di regressioni quantiliche, ha permesso di ottenere la misura del contributo al rischio sistemico di ciascuna istituzione finanziaria analizzata per ogni evento sistemico esaminato. Nello specifico, il contributo al rischio sistemico dell'istituzione  $i$  è stato misurato come la differenza tra il CoVaR all'1% del sistema, ovvero quando l'istituzione  $i$  si trova in difficoltà finanziarie, ed il CoVaR allo stato mediano, ossia al 50%, quando l'istituzione  $i$  non è in una condizione di sofferenza. Questa analisi, ha permesso di individuare, durante i due periodi di crisi esaminati, quali siano state le banche che hanno contribuito in maniera maggiore alla creazione del rischio sistemico.

Il Systemic Expected Shortfall, invece, ha permesso di cogliere come, mediante l'analisi del livello di indebitamento e del Marginal Expected Shortfall di ciascun intermediario finanziario si possa approssimare la futura variazione dei prezzi azionari delle istituzioni.

In entrambi gli eventi sistemici esaminati, il test di causalità alla Granger ha evidenziato come le interconnessioni tra le varie banche osservate siano considerevolmente aumentate durante il trimestre antecedente l'apice della crisi sistemica.

Dopo aver analizzato quanto suddetto ed aver constatato che tutte e tre le misure sono coerenti e forniscono delle rilevanti informazioni, è stata effettuata un'analisi del potere predittivo delle metriche rilevate. Pertanto, al fine di stimare la variazione del valore di mercato delle attività del portafoglio rappresentativo il campione di banche analizzate durante la crisi del debito sovrano, è stato prodotto, utilizzando i dati raccolti nei quindici trimestri precedenti la crisi esaminata, un modello formato dalle tre misure sopra citate. Lo scopo di usare un limitato campione di dati si basa sulla necessità di avere una misura di rischio sistemico reattiva ai rapidi cambiamenti dell'economia, viste le recenti e veloci evoluzioni. Inizialmente si è esaminata l'eventuale sussistenza di una relazione lineare tra la variabile indipendente ed i rispettivi regressori; ma l'analisi ha fornito dei risultati non eccelsi, poiché il modello, così costruito, riusciva a spiegare meno della metà della variazione del valore di mercato delle attività del portafoglio. Quindi, si è composto un modello con una relazione quadratica tra le variabili prese in analisi. I risultati di quest'ultimo procedimento hanno evidenziato dei notevoli miglioramenti sulla predizione della variazione del valore delle attività delle banche prese in esame. Infatti, il CoVaR, condizionato dalle variabili di stato, utilizzato nel modello, come variabile indipendente, ha evidenziato una significatività statistica dell'1%, mentre, le altre misure di rischio sistemico non si sono rivelate dei buoni predittori.

I risultati dell'analisi parametrica, evidenziano come, attraverso l'utilizzo del CoVaR e mediante l'uso della regressione quantilica, si sarebbe potuto prevedere l'impatto della crisi del debito sovrano sul campione di banche europee esaminato.

Il vantaggio principale nell'utilizzo del CoVaR, rispetto alle altre misure di rischio sistemico, consiste nel poter valutare il contributo che ciascuna banca apporta al rischio sistemico e non quello di misurare esclusivamente il rischio specifico di ogni banca. Un'altra caratteristica di notevole importanza si individua nella

flessibilità di tale misura, ossia eseguendo un condizionamento inverso che valuta la massima perdita potenziale dell'intermediario finanziario nel periodo in cui l'intero sistema finanziario si trova in difficoltà.

Tuttavia, il CoVaR presenta anche degli svantaggi i quali si esprimono, in primo luogo, nella necessità di utilizzare i dati di bilancio, che potrebbero non essere continuamente e facilmente reperibili, e in secondo luogo, nella selezione delle variabili impiegate per prevedere il rischio sistemico. Le variabili suddette potrebbero non essere sufficienti per la stima del rischio sistemico e dovrebbero essere integrate con altre variabili, in modo tale da poter eseguire una stima più accurata.

Quindi, essendo le misure caratterizzate sia da punti di debolezza che da punti di forza non sussiste solamente una misura per la valutazione del rischio sistemico, ma ve ne sono molteplici che possono essere applicate a diverse situazioni. Attraverso l'analisi eseguita in questa relazione si giunge a concludere che il CoVaR sia una buona misura per il rischio sistemico ma, per poter avere una maggiore efficacia, deve essere integrata con altre misure di rischio; ad esempio, tramite l'utilizzo della metodologia proposta da Billio et al (2012), che misura un aumento delle interconnessioni tra le banche, che potrebbe essere interpretato come un segnale che evidenzia la possibilità del verificarsi di un evento sistemico. Inoltre, si potrebbe allargare il campione di analisi, includendoci anche gli operatori di altri settori quali le assicurazioni e gli hedge funds. L'analisi complessiva effettuata con il presente trattato, per la valutazione del rischio sistemico, potrebbe rappresentare un buon sostegno sia all'area funzionale di risk management all'interno delle banche sia alle autorità di vigilanza del settore di riferimento per la valutazione del rischio sistemico.

Quindi, annettendo più misure di rischio, si potrebbero ottenere risultati più precisi e puntuali, riuscendo in tal modo ad integrare il rischio sistemico agli altri

rischi presi in considerazione dagli intermediari finanziari. Inoltre, viene analizzato che, al fine di attuare delle corrette procedure per la mitigazione e la gestione del rischio sistemico, le autorità di vigilanza dovrebbero continuare a seguire il percorso intrapreso attraverso la costituzione del CERS. La ricerca ha, quindi, lo scopo, sia di procurare una maggiore familiarità al concetto del rischio sistemico ed alla corretta gestione dello stesso, sia all'ottenimento della stabilità e del corretto funzionamento del sistema finanziario.

## BIBLIOGRAFIA

Acemoglu D., Ozdaglar D., Tahbaz-Salehi A., “*Systemic Risk and Financial Networks*”, American Economic Review 2015, 105(2): 564-608.

Acharya, V. V. (2009), “*A theory of systemic risk and design of prudential bank regulation*”, Journal of Financial Stability 5 (2009), 224-255.

Acharya, V. V., Pedersen, L. H., Philippon, T. e Richardson, M. P. (2012), “*Measuring Systemic Risk*”, CERP Discussion Paper No. 8824, February 2012.

Adrian, T., e Brunnermeier, M. (2011), “*CoVaR*”, NBER Working Paper No. 17454, September 2011.

Adrian, T. e Brunnermeier, M. (2016), “*CoVaR*”, American Economic Review. 1067 (2016), 1705-1741.

Alan D. Morrison, (2011), “*Systemic risks and the “too-big-too-fail” problem*”, Oxford Review of Economic Policy, Volume 27, Number 3, 2011, pp- 498-516.

Allen F., Gale D., (2000), "*Financial Contagion*", The journal of Political Economy, Volume 108, Issue 1, 1-33.

Basel Committee on Banking Supervision, (1988), "*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*", BIS, July 1998.

Basel Committee on Banking Supervision (2006), "*Basel II: International Convergence of capital measurement and capital standards: a revised framework – comprehensive version*", BIS, June 2006.

Basel Committee on Banking Supervision (2008), "*Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision*", BIS, September 2008.

Basel Committee on Banking Supervision (2011), "*Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*", BIS, December 2010 (Revised June 2011).

Basel Committee on Banking Supervision (2013), "*Basel III and liquidity risk monitoring tools*", BIS, January 2013.

Basel Committee on Banking Supervision (2013), “*Basel III: The Liquidity Coverage Ratio and liquidity monitoring tools*”, January 2013.

Basel Committee on Banking Supervision (2013), “*Global systemically important banks: updated assesment methodology and the higher loss absorbency requirement*”, BIS, July 2013.

Basel Committee on Banking Supervision (2014), “*Basel III: the net stable finding ratio*”, BIS, October 2014.

Basel Committee on Banking Supervision (2014), “*The G-SIB assesment methodology – score calculation*”, BIS, November 2014.

Billio, M. e Pelizzon, L. (2014), “*Misure econometriche di connettività e rischio sistemico nei settori finanziario e assicurativo europei*”, *SYRTO Working Paper Series, Working Paper n. 10, 2014*.

Billio, M., Getmansky, M., Lo, A. W. E Pelizzon, L. (2012), “*Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors*”, *Journal of Financial Research Working Paper #0001, January 5, 2012*.



Billio, M. Getmansky, M., Lo, A. W. e Pelizzon, L. (2010), *“Econometric measures of systemic risk in the finance and insurance sector”*, NBER Working Paper Series, Working Paper n. 16223, 2010.

Bisias, D., Flood, M. Lo, A. W., Valavanis, S. (2012), *“A survey of systemic risk analytics”*, Office of Financial Research Working Paper #0001, January 5, 2012.

Black, L., Correa, R., Huang, X., Zhou, H. (2010), *“The Systemic Risk of European Banks during the Financial and Sovereign Debt Crises”*, Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Papers Number 1083, July 2013.

Board of Governors of the Federal Reserve System (2009), *“The supervisory Capital Assessment Program: Overview of Results”*, May 7, 2009.

Bottiglia R., 2012, *“La grande crisi dei gruppi bancari: dimensione sistemica e aspetti aziendali”*, ed. Giuffrè.

Brownlees, C., Engle, R., (2015), *“SRISK: A Conditional Capital Shortfall Index for Systemic Risk Measurement”*, January 2015, web: <http://ssrn.com/abstract=1611229>.

Brunnermeier M., Dong, G, Palia D., 2012, “*Banks’ Non-Interest Income and Systemic Risk*”, AFA 2012 Chicago Meetings Paper.

Brunnermeier M., Krishnamurthy A., G. Gorton, 2013, “*Liquidity mismatch measurement*”, paper written for the NBER systemic Risk Initiative.

Capriglione F., 2015, “*Manuale di diritto bancario e finanziario*”, ed. Cedam.

Committee on the Global Financial System (2011), “*The impact of sovereign credit risk on bank fundings conditions*”, CGFS Papers N. 43, Bank for International Settlements, July 2011.

Di Giorgio G., 2013, “*Economia e politica monetaria*”, ed. Cedam.

Giglio, S. (2011), “*Credit Default Swap Spreads and Systemic Financial Risk*”, Job Market Paper, January 2011.

Huang, X., Zhou, H., and Zhu, H. (2011), “*Systemic Risk Contributions, Finance and Economics Discussion Series*”, Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs, Federal Reserve Board, January 2011.

John C. Hull (2015), *“Risk management and financial Institutions”*, Fourth Edition, Wiley Finance Series, Wiley 2015.

Koenker R. (2011), *“Quantile Regression”*, LSE Short Course on Quantile Regression, CEMMAP and University of Illinois at Urbana-Champaign, May 13, 2011.

Leaven L., Ratnovski L., Tong H., 2014, *“Bank Size and Systemic Risk”*, International Monetary Fund Discussion Note.

Lehar, A. (2005), *“Measuring Systemic Risk: a risk management approach”*, Journal of Banking & Finance 29 (2005), 2577-2603.

Lo Duca, M. e Peltonen, T. A.(2013), *“Assessing systemic risks and predicting systemic events”*, Journal of Banking & Finance 37 (2013), 2183-2195.

Rolf H. Weber and Dominic N. Stauger,, 2014, *“Financial Stability Board: Mandate and implementation of Its Systemic Risks Standards”*, Int. J. Financial Stud., 2, 82-102.

Resti A., Sironi A., 2009, "*Rischio e valore nelle banche*", ed. EGEA.

Sedunov, J. (2016), "*What is The Systemic Risk Exposure of Financial Institutions?*". Vilanova University, April 15, 2016, web:<http://ssrn.com/abstract=2143633>.

Segoviano, M. A. e Goodhart, C. (2009), "*Banking Stability Measures*", IMF Working Paper, January 2009.

# Allegato 1

## bank.py

Il file bank.py contiene la definizione della classe Bank, che ha come parametri il nome, il ticker identificativo di Bloomberg e le statistiche descrittive delle banche analizzate. Inoltre, sono definite due funzioni di supporto per calcolare l'MVA ed i rendimenti.

```
1. import pandas as pd
2.
3.
4. class Bank(object):
5.
6.     def __init__(self, name='', ticker='', datas=pd.DataFrame(),prices=pd.DataFrame()):
7.         self.name = name
8.         self.ticker = ticker
9.         self.datas = datas
10.        self.prices = prices
11.
12. def compute_yealds(bank):
13.
14.
15.     # Creo un dataframe per i rendimenti
16.
17.     dates = bank.prices['Date'][1:]
18.     columns = ['Date', 'Yeald']
19.     yealds = pd.DataFrame(dates, columns=columns)
20.
21.
22.     # Calcolo i rendimenti
23.
24.     price_yesterday = bank.prices['PX_LAST'][0]
25.
26.     price_today = 0
27.
28.     for i in range(0, len(yealds)):
29.         price_today = bank.prices['PX_LAST'][i + 1]
30.
31.         yeald = (price_today - price_yesterday) / price_yesterday
32.
33.         yealds.loc[i + 1, 'Yeald'] = yeald
34.
35.         price_yesterday = price_today
36.
37.
```

```

38.     return yealds
39.
40. def compute_mva(bank):
41.
42.     datas = bank.datas
43.
44.     datas['Quarter'] = datas['Date'].dt.quarter
45.
46.     datas['Year'] = datas['Date'].dt.year
47.
48.     mva = datas.groupby(['Year', 'Quarter'], as_index=False).mean()
49.
50.     mva['MVA'] = mva['FNCL_LVRG'] * mva['HISTORICAL_MARKET_CAP']
51.
52.     mva = mva[['Year', 'Quarter', 'MVA']]
53.
54.     previous_mva = mva.loc[0, 'MVA']
55.
56.     for x in range(1, len(mva)):
57.         current_mva = mva.loc[x, 'MVA']
58.
59.         mva.loc[x, 'DELTA_MVA'] = (current_mva -
previous_mva) / previous_mva
60.
61.         previous_mva = current_mva
62.
63.     mva = mva.loc[1:, :]
64.
65.     return mva
66.
67. def find_ticker_in_list(bank_ticker, list_of_banks):
68.     for x in list_of_banks:
69.         if x.ticker == bank_ticker:
70.             return x
71.
72. def find_name_in_list(bank_name, list_of_banks):
73.     for x in list_of_banks:
74.         if x.name == bank_name:
75.             return x

```

## getdata.py

Il file getdata.py contiene due funzioni: la prima serve a leggere e caricare i dati delle banche nel programma; la seconda serve a leggere e caricare le variabili di stato nel programma.

```
1. import os
2. import pandas as pd
3. from bank import Bank, compute_yealds, compute_mva
4.
5. def get_banks_data():
6.     list_of_banks = []
7.
8.     #Creo un covertitore di date
9.     dateparser1 = lambda x: pd.datetime.strptime(x, '%d/%m/%y')
10.    dateparser2 = lambda x: pd.datetime.strptime(x, '%Y-%m-%d')
11.
12.    for x in os.listdir('./Data'):
13.
14.        #Evito di importare cartelle di sistema
15.        if x[0] != '.':
16.
17.            #Creo un nuovo oggetto banca
18.            bank = Bank(x)
19.
20.            #Carico il nome ed il ticker
21.            filename = 'Data/' + x + '/name.txt'
22.            with open(filename) as f:
23.                name_ticker = f.read().splitlines()
24.
25.            #Aggiungo nome e ticker
26.            bank.name = name_ticker[0]
27.            bank.ticker = name_ticker[1]
28.
29.            # Aggiungo il file datas.csv
30.            filename = 'Data/' + x + '/datas.csv'
31.            bank.datas = pd.read_csv(filename, sep=';', decimal=',', parse_dates=[0], date_parser=dateparser1)
32.
33.            # Aggiungo il file prices.csv
34.            filename = 'Data/' + x + '/prices.csv'
35.            bank.prices = pd.read_csv(filename, sep=';', decimal=',', parse_dates=[0], date_parser=dateparser1)
36.
37.            #Creo la lista dei rendimenti se non esiste e la carico
38.            #altrimenti carico direttamente i rendimenti
39.            filename = 'Data/' + x + '/yealds.csv'
40.            if os.path.exists(filename):
41.                bank.yealds = pd.read_csv(filename, parse_dates=[0], date_parser=dateparser2) #carica il file
42.            else:
43.                bank.yealds = compute_yealds(bank)
```

```

44.         bank.yealds.to_csv(filename,index=False)
45.
46.         #Creo MVA
47.         #Se esiste lo carico
48.         filename = 'Data/' + x + '/mva.csv'
49.         if os.path.exists(filename):
50.             bank.mva = pd.read_csv(filename) # carica il file
51.         else:
52.             bank.mva = compute_mva(bank)
53.             bank.mva.to_csv(filename, index=False)
54.
55.
56.
57.         #Aggiungo l'oggetto banca alla lista di banche
58.         list_of_banks.append(bank)
59.
60.     return list_of_banks
61.
62. def get_states_variable():
63.
64.     #Creo un covertitore di date
65.     dateparser1 = lambda x: pd.datetime.strptime(x, '%d/%m/%y')
66.
67.     filename = 'statesvariables.csv'
68.     states_variable = pd.read_csv(filename, sep=';', decimal=',', parse_dates=
69. [0], date_parser=dateparser1)
70.     #Converto in trimestri
71.     states_variable['Quarter'] = states_variable['Date'].dt.quarter
72.
73.     states_variable['Year'] = states_variable['Date'].dt.year
74.
75.     states_variable = states_variable.groupby(['Year', 'Quarter'], as_index=Fa
76. lse).mean()
77.     return states_variable

```



## covar.py

Il file covar.py contiene le funzioni per calcolare sia il CoVaR incondizionato sia il CoVaR condizionato dalle variabili di stato, ed un main per poter effettuare i calcoli partendo dai dati che gli forniamo tramite getdata.py.

```
1. from getdata import get_banks_data, get_states_variable
2. import pandas as pd
3. import numpy as np
4. import time
5. import statsmodels.api as sm
6. from bank import find_ticker_in_list
7.
8. def portfolio_system_return(banks, year_start=2000, year_end=2015):
9.
10.     portfolio_system_return = pd.DataFrame(columns=['Year', 'Quarter', 'PSR'])
11.
12.     for year in range(year_start, year_end + 1):
13.         for quarter in range(1, 5):
14.
15.             numerator = 0
16.
17.             denominator = 0
18.
19.             for bank in banks:
20.
21.                 mask = (bank.mva['Year'] == year) & (bank.mva['Quarter'] == qu
arter)
22.
23.                 delta_mva = 0
24.                 mva = 0
25.
26.                 if bank.mva[mask].empty:
27.                     mva = 0
28.                     delta_mva = 0
29.                 else:
30.                     mva = np.float64(bank.mva['MVA'][mask])
31.                     delta_mva = np.float64(bank.mva['DELTA_MVA'][mask])
32.
33.                 numerator += mva * delta_mva
34.
35.                 denominator += mva
36.
37.                 current_portfolio_system_return = numerator / denominator
38.
39.                 entry = pd.Series([year, quarter, current_portfolio_system_return]
, index=['Year', 'Quarter', 'PSR'])
40.                 portfolio_system_return = portfolio_system_return.append(entry, ig
nore_index=True)
41.
42.     return portfolio_system_return
```

```

43.
44. def covar(banks, year_from, quarter_from, year_to, quarter_to):
45.
46.     # Calcolo il portfolio system return
47.     psr = portfolio_system_return(banks, year_start=2000, year_end=2015)
48.
49.     # Calcolo i B di Xsys = a + B * X
50.
51.     # Preparo il vettore y filtrando i quarti
52.     mask = (psr['Year'] == year_from) & (psr['Quarter'] == quarter_from)
53.     start_index = psr[mask].index[0]
54.     mask = (psr['Year'] == year_to) & (psr['Quarter'] == quarter_to)
55.     end_index = psr[mask].index[0]
56.     y = psr['PSR'].iloc[start_index:end_index+1]
57.     y.reset_index(drop=True, inplace=True)
58.     y.name = 'PSR'
59.
60.     # Preparo la matrice X
61.     X = pd.DataFrame()
62.
63.     for b in banks:
64.         mask = (b.mva['Year'] == year_from) & (b.mva['Quarter'] == quarter_fro
m)
65.         if any(mask == True):
66.             start_index = b.mva[mask].index[0]
67.             mask = (b.mva['Year'] == year_to) & (b.mva['Quarter'] == quarter_t
o)
68.             if any(mask == True):
69.                 end_index = b.mva[mask].index[0]
70.                 s = b.mva['DELTA_MVA'].iloc[start_index:end_index+1]
71.                 s.reset_index(drop=True, inplace=True)
72.                 s.name = b.ticker
73.                 X.reset_index(drop=True, inplace=True)
74.                 X = pd.concat([X, s], axis=1)
75.
76.     # Eseguo la quantile regression per ogni banca
77.
78.     covar_unc_matrix = pd.DataFrame(columns=['Ticker', 'Beta', 'COVAR', 'VAR_0
.01', 'VAR_0.5'])
79.
80.     for ticker in X.columns.values:
81.
82.         x = X[ticker]
83.
84.         if not x.isnull().values.sum():
85.             x = sm.add_constant(x)
86.
87.             model = sm.QuantReg(y, x)
88.
89.             res = model.fit(q=0.01)
90.
91.             x_pred = [1, X[ticker].quantile(q=0.01)]
92.
93.             # Calcolo il covar
94.             covar = np.float(res.predict(x_pred))
95.
96.             covar_unc_matrix = covar_unc_matrix.append(
97.                 {'Ticker': ticker, 'Beta': res.params[ticker],

```

```

98.             'COVAR': covar,
99.             'VAR_0.01': X[ticker].quantile(q=0.01),
100.            'VAR_0.5': X[ticker].quantile(q=0.5)}, ignore_index=True)
101.
102.
103.     # Calcolo il delta covar unconditional
104.     covar_unc_matrix['DELTA_COVAR_UNC'] = covar_unc_matrix['Beta'] * (
105.
106.         covar_unc_matrix['VAR_0.01'] - covar_unc_matrix['VAR_0.5'])
107.
108.     # Carico le variabili di stato
109.     states_variables = get_states_variable()
110.
111.     # Preparo la parte delle X con le variabili di sistema e la chiamo
112.     X2
113.     mask = (states_variables['Year'] == year_from) & (states_variables[
114.         'Quarter'] == quarter_from)
115.     start_index = states_variables[mask].index[0]
116.     mask = (states_variables['Year'] == year_to) & (states_variables['Q
117.         uarter'] == quarter_to)
118.     end_index = states_variables[mask].index[0]
119.     start_index -= 1
120.     X2 = states_variables.iloc[start_index:end_index]
121.     X2 = X2[['V2X Index', 'SX7P Index', 'Spr_Liq_St', 'Incl_curv_rend',
122.         'var_t-bill_3M', 'credit_spread']]
123.     X2.reset_index(drop=True, inplace=True)
124.
125.     # Inizializzo la matrice covar
126.     covar_matrix = pd.DataFrame(columns=['Ticker', 'Beta', 'COVAR', 'VA
127.         R_0.01', 'VAR_0.5', 'DELTA_COVAR'])
128.
129.     # Eseguo la regressione OLS per ogni banca
130.     for ticker in X.columns.values:
131.
132.         X1 = X[ticker]
133.
134.         if not X1.isnull().values.sum():
135.             # Preparo gli input per la regressione OLS, le y non cambia
136.             no
137.
138.             # Preparo le X
139.
140.             X1_X2 = pd.concat([X1, X2], axis=1)
141.             X1_X2 = sm.add_constant(X1_X2)
142.
143.             # Eseguo la regressione
144.             model = sm.OLS(y, X1_X2)
145.             results = model.fit()
146.
147.             # Preparo X1 e X2 Predict
148.             X1_pred = pd.Series(X[ticker].quantile(q=0.01), name=b.tick
149.                 er)
150.
151.             X2_pred = X2.iloc[-1]
152.
153.             X2_pred = pd.DataFrame(X2_pred).transpose()

```

```

147.             X2_pred.reset_index(drop=True, inplace=True)
148.
149.             X1_X2_pred = pd.concat([X1_pred, X2_pred], axis=1, ignore_i
index=True)
150.
151.             X1_X2_pred = sm.add_constant(X1_X2_pred)
152.
153.             # Calcolo il covar
154.             covar = results.predict(X1_X2_pred)
155.
156.             # Memorizzo il covar
157.             covar_matrix = covar_matrix.append({'Ticker': ticker, 'COVA
R': covar[0],
158.                                               'Beta': results.params[
ticker],
159.                                               'VAR_0.01': X[ticker].q
uantile(q=0.01),
160.                                               'VAR_0.5': X[ticker].qu
antile(q=0.5)}, ignore_index=True)
161.
162.             covar_matrix['DELTA_COVAR'] = covar_matrix['Beta'] * (covar_matrix[
'VAR_0.01'] - covar_matrix['VAR_0.5'])
163.
164.             return covar_unc_matrix, covar_matrix
165.
166.     def portfolio_covar(covar_matrix, banks, year, quarter):
167.
168.         covar = covar_matrix.copy()
169.
170.         covar['Weighted'] = 0
171.
172.         mva_sum = 0
173.
174.         for ticker in covar['Ticker']:
175.             bank = find_ticker_in_list(ticker,banks)
176.             mask = (bank.mva['Year'] == year ) & ( bank.mva['Quarter'] == q
uarter)
177.
178.             mva = float(bank.mva[mask]['MVA'])
179.
180.             mva_sum += mva
181.
182.             covar.loc[covar['Ticker'] == ticker, 'Weighted'] = mva * covar.
loc[covar['Ticker'] == ticker, 'COVAR']
183.
184.             portfolio_covar = covar['Weighted'].sum() / mva_sum
185.
186.             return portfolio_covar
187.
188.     if __name__ == '__main__':
189.
190.         start = time.clock()
191.
192.         banks = get_banks_data()
193.
194.         print("Get data time: " + str(time.clock() - start))
195.
196.         # Intervallo in quarters

```

```

197.         quarter_from = 1
198.         year_from = 2009
199.
200.         quarter_to = 4
201.         year_to = 2011
202.
203.         covar_unc_matrix, covar_matrix = covar(banks, year_from, quarter_fr
om, year_to, quarter_to)
204.
205.         print()
206.         print('Delta Covar Unconditional')
207.         print('Portfolio Covar: ' + str(portfolio_covar(covar_unc_matrix, b
anks, year_from, quarter_to)))
208.         print('From quarter ' + str(quarter_from) + ' of ' + str(year_from)
+ ' to quarter ' + str(quarter_to) + ' of ' + str(year_to))
209.         print()
210.         print(covar_unc_matrix)
211.
212.
213.         writer = pd.ExcelWriter('Output/covar.xlsx')
214.         sheet_name = "CovarUnc_Q" + str(quarter_from) + '-'
+ str(year_from) + "_to_Q" + str(quarter_to) + "-" + str(year_to)
215.         covar_unc_matrix.to_excel(writer, sheet_name)
216.
217.
218.         print()
219.         print('Delta Covar')
220.         print('Portfolio Covar: ' + str(portfolio_covar(covar_matrix, banks
, year_from, quarter_to)))
221.         print('From quarter ' + str(quarter_from) + ' of ' + str(year_from)
+ ' to quarter ' + str(quarter_to) + ' of ' + str(year_to))
222.         print()
223.         print(covar_matrix)
224.
225.         sheet_name = "Covar_Q" + str(quarter_from) + '-'
+ str(year_from) + "_to_Q" + str(quarter_to) + "-" + str(year_to)
226.         covar_matrix.to_excel(writer, sheet_name)
227.
228.         writer.save()
229.
230.         run_time = time.clock() - start
231.
232.         print("Execution time: " + str(run_time))

```

## systemic\_expected\_shortfall.py

Il file `systemic_expected_shortfall.py` contiene le funzioni per calcolare il systemic expected shortfall delle istituzioni finanziarie esaminate, ed un main per poter effettuare i calcoli partendo dai dati che gli forniamo tramite `getdata.py`.

```
1. from getdata import get_banks_data
2. import pandas as pd
3. import time
4. import statsmodels.api as sm
5. from bank import find_ticker_in_list
6.
7. def ses(banks, date_start, date_end):
8.
9.     data_matrix = pd.DataFrame(columns=['Ticker', 'RSES', 'MES', 'LVR'])
10.
11.     for b in banks:
12.
13.         # Controllo che ci siano i prezzi delle azioni
14.         mask = (b.prices['Date'] >= date_start) & (b.prices['Date'] <= date_en
15.         d)
16.         prices = b.prices.loc[mask]['PX_LAST']
17.         condition1 = not prices.dropna().empty
18.
19.         #Controllo che ci siano i valori nel leverage
20.
21.         mask = (b.datas['Date'] >= date_start) & (b.datas['Date'] <= date_end)
22.         leverage = b.datas.loc[mask]['FNCL_LVRG']
23.         condition2 = not leverage.dropna().empty
24.
25.         if condition1 and condition2:
26.             rses = 0
27.             mes = 0
28.             lvr = 0
29.
30.
31.             # Calcolo RSES
32.             mask = (b.prices['Date'] >= date_start) & (b.prices['Date'] <= dat
33.             e_end)
34.             prices = b.prices.loc[mask]['PX_LAST']
35.             prices_first = prices.iloc[0]
36.             prices_last = prices.iloc[-1]
37.
38.             rses = (prices_last - prices_first) / prices_first
39.
```

```

40.         # Calcolo il mes
41.         mask = (b.yealds['Date'] >= date_start) & (b.yealds['Date'] <= dat
e_end)
42.         yealds = b.yealds.loc[mask]
43.
44.         percentile = yealds['Yeald'].quantile(q=0.05)
45.
46.         yeald_percentile = yealds['Yeald'][yealds['Yeald'] <= percentile]
47.
48.         yeald_percentile.reset_index(drop=True, inplace=True)
49.
50.         mes = yeald_percentile.mean()
51.
52.         # Calcolo il LVR medio
53.         mask = (b.datas['Date'] >= date_start) & (b.datas['Date'] <= date_
end)
54.         leverage = b.datas.loc[mask]['FNCL_LVRG']
55.
56.         leverage.reset_index(drop=True, inplace=True)
57.
58.         lvr = leverage.mean()
59.
60.         data_matrix = data_matrix.append({'Ticker': b.ticker,
61.                                         'RSES': rses,
62.                                         'MES': mes,
63.                                         'LVR': lvr}, ignore_index=True)
64.
65.         # Effettuo la regressione per calcolare ses
66.         y = data_matrix['RSES']
67.         X = data_matrix[['MES', 'LVR']]
68.
69.         model = sm.OLS(y, X)
70.         results = model.fit()
71.
72.         # Parametri risultato regressione
73.         # print(results.summary())
74.
75.         ses = pd.Series(results.predict(X), name='SES')
76.
77.         # Aggiungo ses alla matrice dei dati
78.         data_matrix = pd.concat([data_matrix, ses], axis=1)
79.
80.         return data_matrix
81.
82. def portfolio_ses(datamatrix, banks, year, quarter):
83.
84.     port_ses = 0
85.
86.     dm = datamatrix.copy()
87.
88.     dm['Weighted'] = 0
89.
90.     mva_sum = 0
91.
92.     for ticker in dm['Ticker']:
93.         bank = find_ticker_in_list(ticker, banks)

```

```

94.     mask = (bank.mva['Year'] == year) & (bank.mva['Quarter'] == quarter)
95.
96.     mva = float(bank.mva[mask]['MVA'])
97.
98.     mva_sum += mva
99.
100.    dm.loc[dm['Ticker'] == ticker, 'Weighted'] = mva * dm.loc[dm['T
    icker'] == ticker, 'SES']
101.
102.    port_ses = dm['Weighted'].sum() / mva_sum
103.
104.
105.    return port_ses
106.
107.
108.    if __name__ == '__main__':
109.
110.        start = time.clock()
111.
112.        banks = get_banks_data()
113.
114.        print("Get data time: " + str(time.clock() - start))
115.
116.        date_start = '2006-09-15'
117.        date_end = '2008-09-15'
118.
119.        year_weight = 2008
120.        quarter_weight = 3
121.
122.        data_matrix = ses(banks, date_start, date_end)
123.
124.        port_ses = portfolio_ses(data_matrix, banks, year_weight, quarter_w
    eight)
125.
126.        print()
127.        print('Systemic Expected Shortfall')
128.        print('Portfolio ses: ' + str(port_ses))
129.        print()
130.        print(data_matrix)
131.
132.        writer = pd.ExcelWriter('Output/systemic_expected_shortfall.xlsx')
133.
134.        sheet_name = "SES_" + date_start + '_to_' + date_end
135.        data_matrix.to_excel(writer, sheet_name)
136.        writer.save()
137.
138.        run_time = time.clock() - start
139.
140.        print("Execution time: " + str(run_time))

```



## granger\_casualties.py

Il file granger\_casualties.py contiene le funzioni per eseguire i test di casualità alla Granger al campione di banche esaminate, ed un main per poter effettuare i calcoli partendo dai dati che gli forniamo tramite getdata.py.

```
1. import pandas as pd
2. import bank
3. import statsmodels.tsa.stattools as st
4. from getdata import get_banks_data
5. import time
6.
7.
8. def granger_casualties(banks, full_period=True, date_start="", date_end=""):
9.     banks_name = []
10.
11.     #Creo la matrice delle correlazioni
12.     for x in banks:
13.         banks_name.append(x.ticker)
14.
15.     corr_matrix = pd.DataFrame(index=banks_name, columns=banks_name)
16.
17.     for x in corr_matrix.index:
18.         for y in corr_matrix.columns:
19.
20.             bank_a = bank.find_ticker_in_list(x,banks)
21.             bank_b = bank.find_ticker_in_list(y,banks)
22.
23.             corr_matrix.loc[x,y] = correlation_a_granger_caused_by_b(bank_a,ba
nk_b,full_period=full_period, date_start=date_start, date_end=date_end)
24.
25.
26.     return corr_matrix
27.
28. def correlation_a_granger_caused_by_b(a, b, full_period=True, date_start="", d
ate_end="",p_value=0.01):
29.
30.     influenced = 0
31.
32.     yealds1 = a.yealds
33.
34.     yealds2 = b.yealds
35.
36.     yeald_inner_join = pd.merge(yealds1, yealds2, on='Date', how='inner')
37.
38.     if full_period == False:
39.         #Filtro solo le date che mi servono
```

```

40.     mask = (yeald_inner_join['Date'] >= date_start) & (yeald_inner_join['D
ate'] <= date_end)
41.     yeald_inner_join = yeald_inner_join.loc[mask]
42.     #Se non ci sono sovrapposizioni di date ritorna zero ovvero che non so
no correlate
43.     if yeald_inner_join.empty:
44.         return 0
45.
46.
47.     x = yeald_inner_join[['Yeald_x', 'Yeald_y']]
48.
49.     granger_result = st.grangercausalitytests(x, 1, verbose=False)
50.
51.     granger_pvalue = granger_result[1][0]['ssr_ftest'][1]
52.
53.     if granger_pvalue <= p_value:
54.         influenced = 1
55.
56.     return influenced
57.
58. if __name__ == '__main__':
59.
60.     start = time.clock()
61.
62.     banks = get_banks_data()
63.
64.     print("Get data time: " + str(time.clock() - start))
65.
66.     writer = pd.ExcelWriter('Output/granger_casualties_test.xlsx')
67.
68.     #2008 Crisis
69.     print('Granger Matrix of the 2008 crisis')
70.     date_start = '2006-9-15'
71.     date_end = '2008-9-15'
72.     granger_matrix = granger_casualties(banks, full_period=False, date_start=d
ate_start, date_end=date_end)
73.     print(granger_matrix)
74.     print()
75.     sheet_title = str(date_start) + "_" + str(date_end)
76.     granger_matrix.to_excel(writer, sheet_title)
77.
78.     sheet_title = sheet_title + "_RANK"
79.     granger_ranking = pd.DataFrame(granger_matrix.sum(axis=1), index=granger_m
atrix.index,
80.                                     columns=['Number of Connections'])
81.     granger_ranking.sort_values('Number of Connections', ascending=False, inpl
ace=True)
82.     granger_ranking.to_excel(writer, sheet_title)
83.     #-----
-----
84.
85.
86.     #2011 Crisis
87.     print('Granger Matrix of the 2012 crisis')
88.     date_start = '2009-1-1'
89.     date_end = '2012-1-1'
90.     granger_matrix = granger_casualties(banks, full_period=False, date_start=d
ate_start, date_end=date_end)

```

```

91.     print(granger_matrix)
92.     print()
93.     sheet_title = str(date_start) + "_" + str(date_end)
94.     granger_matrix.to_excel(writer, sheet_title)
95.
96.     sheet_title = sheet_title + "_RANK"
97.     granger_ranking = pd.DataFrame(granger_matrix.sum(axis=1), index=granger_m
atrix.index,
98.                                   columns=['Number of Connections'])
99.     granger_ranking.sort_values('Number of Connections', ascending=False, inpl
ace=True)
100.    granger_ranking.to_excel(writer, sheet_title)
101.    #-----
-----
102.
103.
104.    #Full Period
105.    print('Granger Matrix of the full available time period')
106.    granger_matrix = granger_casualties(banks)
107.    print(granger_matrix)
108.    print()
109.    sheet_title = "Full Period"
110.    granger_matrix.to_excel(writer, sheet_title)
111.
112.    sheet_title = "Full Period_RANK"
113.    granger_ranking = pd.DataFrame(granger_matrix.sum(axis=1),index=gra
nger_matrix.index,
114.                                  columns=['Number of Connections'])
115.    granger_ranking.sort_values('Number of Connections', ascending=False,
e, inplace=True)
116.    granger_ranking.to_excel(writer, sheet_title)
117.    #-----
-----
118.
119.    writer.save()
120.
121.    run_time = time.clock() - start
122.
123.    print("Execution time: " + str(run_time))

```

## mva\_prediction.py

Il file mva\_prediction.py è un'eseguibile che effettua la regressione utilizzando i tre metodi, resituando come output il grafico delle previsioni.

```
1. from getdata import get_banks_data, get_states_variable
2. import statsmodels.api as sm
3. import pandas as pd
4. from covar import covar, portfolio_covar
5. from systemic_expected_shortfall import ses, portfolio_ses
6. import time
7. import matplotlib.pyplot as plt
8. from granger_casualties import granger_casualties
9. import numpy as np
10.
11.
12.
13. start = time.clock()
14.
15. # "If True:" Aggiorno il dataset
16. if False:
17.
18.     #Carico il dataset delle banche
19.     banks = get_banks_data()
20.     print("Get data time: " + str(time.clock() - start))
21.     print()
22.
23.     #Creo il dataframe dei delta MVA del portafoglio ovvero le y della regressione
24.
25.     dates = [[2005,1],
26.              [2005,2],
27.              [2005,3],
28.              [2005,4],
29.              [2006,1],
30.              [2006,2],
31.              [2006,3],
32.              [2006,4],
33.              [2007,1],
34.              [2007,2],
35.              [2007,3],
36.              [2007,4],
37.              [2008,1],
38.              [2008,2],
39.              [2008,3],
40.              [2008,4],
41.              [2009,1],
42.              [2009,2],
43.              [2009,3],
44.              [2009,4],
45.              [2010,1],
```

```

46.         [2010,2],
47.         [2010,3],
48.         [2010,4],
49.         [2011,1],
50.         [2011,2],
51.         [2011,3],
52.         [2011,4],
53.         [2012,1],
54.         [2012,2],
55.         [2012,3],
56.         [2012,4]]
57.
58.     portfolio_delta_mva = pd.DataFrame(columns=['Date', 'DELTA_MVA'])
59.
60.     #Primo elemento
61.     year = dates[0][0]
62.     quarter = dates[0][1]
63.
64.     for d in dates:
65.
66.         year = d[0]
67.         quarter = d[1]
68.
69.         total_mva = 0
70.         weighted_delta_mva = 0
71.
72.         for b in banks:
73.             mask = (b.mva['Year'] == year) & (b.mva['Quarter'] == quarter)
74.             bank_mva = b.mva[mask]['MVA']
75.             bank_delta_mva = b.mva[mask]['DELTA_MVA']
76.
77.             if ( len(bank_delta_mva) > 0 ):
78.                 weighted_delta_mva += float(bank_mva * bank_delta_mva)
79.                 total_mva += float(bank_mva)
80.
81.             delta_mva = weighted_delta_mva / total_mva
82.
83.             portfolio_delta_mva = portfolio_delta_mva.append({'Date': 'Q' + str(quarter) + '-' + str(year),
84.                                                             'DELTA_MVA': delta_mva
85. }, ignore_index=True)
86.
87.     print(portfolio_delta_mva)
88.
89.     #Creo il dataframe delle x
90.
91.     #Preparo il SES
92.     dates = [[ '2005-01-01', '2005-04-03', 2005,1],
93.             [ '2005-04-03', '2005-07-02', 2005,2],
94.             [ '2005-07-04', '2005-10-03', 2005,3],
95.             [ '2005-10-03', '2005-12-30', 2005,4],
96.             [ '2006-01-01', '2006-04-03', 2006,1],
97.             [ '2006-04-03', '2006-07-02', 2006,2],
98.             [ '2006-07-03', '2006-10-02', 2006,3],
99.             [ '2006-10-03', '2006-12-30', 2006,4],
100.            [ '2007-01-01', '2007-04-03', 2007,1],
101.            [ '2007-04-03', '2007-07-02', 2007,2],
102.            [ '2007-07-03', '2007-10-02', 2007,3],

```

```

102.         ['2007-10-03', '2007-12-30', 2007, 4],
103.         ['2008-01-01', '2008-04-03', 2008, 1],
104.         ['2008-04-03', '2008-07-02', 2008, 2],
105.         ['2008-07-03', '2008-10-02', 2008, 3],
106.         ['2008-10-03', '2008-12-30', 2008, 4],
107.         ['2009-01-01', '2009-04-03', 2009, 1],
108.         ['2009-04-03', '2009-07-02', 2009, 2],
109.         ['2009-07-04', '2009-10-03', 2009, 3],
110.         ['2009-10-03', '2009-12-30', 2009, 4],
111.         ['2010-01-01', '2010-04-03', 2010, 1],
112.         ['2010-04-03', '2010-07-02', 2010, 2],
113.         ['2010-07-03', '2010-10-02', 2010, 3],
114.         ['2010-10-03', '2010-12-30', 2010, 4],
115.         ['2011-01-01', '2011-04-03', 2011, 1],
116.         ['2011-04-03', '2011-07-02', 2011, 2],
117.         ['2011-07-03', '2011-10-02', 2011, 3],
118.         ['2011-10-03', '2011-12-30', 2011, 4],
119.         ['2012-01-01', '2012-04-03', 2012, 1],
120.         ['2012-04-03', '2012-07-02', 2012, 2],
121.         ['2012-07-03', '2012-10-02', 2012, 3],
122.         ['2012-10-03', '2012-12-30', 2012, 4]]
123.
124.         systemic_expected_shortfall = pd.DataFrame(columns=['Date', 'SES'])
125.
126.         for d in dates:
127.             date_start = d[0]
128.             date_end = d[1]
129.
130.             year_weight = d[2]
131.             quarter_weight = d[3]
132.
133.             data_matrix = ses(banks, date_start, date_end)
134.
135.             portfolio_ses = portfolio_ses(data_matrix, banks, 2008, 3)
136.             systemic_expected_shortfall = systemic_expected_shortfall.append(
137.                 d({'Date': 'Q' + str(d[3]) + '-' + str(d[2]),
138.                   'SES': portfolio_ses}, ignore_index=True)
139.             )
140.             print(systemic_expected_shortfall)
141.
142.             dataset = pd.merge(portfolio_delta_mva, systemic_expected_shortfall
143.                               , on='Date')
144.             print(dataset)
145.
146.             #Preparo il covar
147.             dates = [[2005, 4, 2007, 3],
148.                    [2006, 1, 2007, 4],
149.                    [2006, 2, 2008, 1],
150.                    [2006, 3, 2008, 2],
151.                    [2006, 4, 2008, 3],
152.                    [2007, 1, 2008, 4],
153.                    [2007, 2, 2009, 1],
154.                    [2007, 3, 2009, 2],
155.                    [2007, 4, 2009, 3],
156.                    [2008, 1, 2009, 4],
157.                    [2008, 2, 2010, 1],

```

```

157.             [2008, 3, 2010, 2],
158.             [2008, 4, 2010, 3],
159.             [2009, 1, 2010, 4],
160.             [2009, 2, 2011, 1],
161.             [2009, 3, 2011, 2],
162.             [2009, 4, 2011, 3],
163.             [2010, 1, 2011, 4],
164.             [2010, 2, 2012, 1],
165.             [2010, 3, 2012, 2],
166.             [2010, 4, 2012, 3],
167.             [2011, 1, 2012, 4]]
168.
169.         res = pd.DataFrame(columns=['Date', 'CovarUnc', 'Covar'])
170.
171.         for d in dates:
172.             covar_unc_matrix, covar_matrix = covar(banks, d[0], d[1], d[2],
173.             d[3])
174.             res = res.append({'Date': 'Q' + str(d[3]) + '-' + str(d[2]),
175.             'CovarUnc': portfolio_covar(covar_unc_matrix,
176.             banks, d[2], d[3]),
177.             'Covar': portfolio_covar(covar_matrix, banks,
178.             d[2], d[3])}, ignore_index=True)
179.
180.         print(res)
181.
182.         dataset = pd.merge(dataset, res, on='Date')
183.
184.         print(dataset)
185.
186.         #Preparo le granger casualities
187.         dates = [['2007-07-03', '2007-10-02', 2007, 3],
188.             ['2007-10-03', '2007-12-30', 2007, 4],
189.             ['2008-01-01', '2008-04-03', 2008, 1],
190.             ['2008-04-03', '2008-07-02', 2008, 2],
191.             ['2008-07-03', '2008-10-02', 2008, 3],
192.             ['2008-10-03', '2008-12-30', 2008, 4],
193.             ['2009-01-01', '2009-04-03', 2009, 1],
194.             ['2009-04-03', '2009-07-02', 2009, 2],
195.             ['2009-07-04', '2009-10-03', 2009, 3],
196.             ['2009-10-03', '2009-12-30', 2009, 4],
197.             ['2010-01-01', '2010-04-03', 2010, 1],
198.             ['2010-04-03', '2010-07-02', 2010, 2],
199.             ['2010-07-03', '2010-10-02', 2010, 3],
200.             ['2010-10-03', '2010-12-30', 2010, 4],
201.             ['2011-01-01', '2011-04-03', 2011, 1],
202.             ['2011-04-03', '2011-07-02', 2011, 2],
203.             ['2011-07-03', '2011-10-03', 2011, 3],
204.             ['2011-10-03', '2011-12-30', 2011, 4],
205.             ['2012-01-01', '2012-04-03', 2012, 1],
206.             ['2012-07-03', '2012-10-02', 2012, 2],
207.             ['2012-07-03', '2012-10-02', 2012, 3],
208.             ['2012-10-03', '2012-12-30', 2012, 4]]
209.
210.         average_connection = pd.DataFrame(columns=['Date', 'Average_Connect
211.         ion'])
212.
213.         for d in dates:

```

```

211.         date_start = d[0]
212.         date_end = d[1]
213.
214.         year_weight = d[2]
215.         quarter_weight = d[3]
216.
217.         print(date_end)
218.
219.         granger_matrix = granger_casualties(banks, full_period=False, date_start=date_start, date_end=date_end)
220.
221.         granger_ranking = pd.DataFrame(granger_matrix.sum(axis=1), index=granger_matrix.index,
222.                                       columns=['Number of Connections'
223.                                               ])
224.         average_connection = average_connection.append({'Date': 'Q' + str(d[3]) + '-' + str(d[2]),
225.                                                       'Average Connection': float(granger_ranking.mean())},
226.                                                       ignore_index=True)
227.
228.
229.         dataset = pd.merge(dataset, average_connection, on='Date')
230.
231.         print(average_connection)
232.
233.
234.         #Salvo in un file locale il dataset
235.         filename = 'dataset.csv'
236.         dataset.to_csv(filename, index=False)
237.
238.         print("Loading time: " + str(time.clock() - start))
239.         print()
240.
241.
242.         #Carico il dataset
243.         filename = 'dataset.csv'
244.         dataset = pd.read_csv(filename)
245.         print(dataset)
246.
247.         #Regressione quadratica?
248.         quadratic_reg = True
249.
250.         #Regressione
251.
252.         #Divido i dati in training set e test set
253.         split_number = 15
254.
255.         y_train = dataset[['DELTA_MVA']].iloc[:split_number]
256.
257.         X_train = dataset[['SES', 'CovarUnc', 'Covar', 'Average_Connection']].iloc[:split_number]
258.
259.         if quadratic_reg == True:
260.             X_train['SES_sq'] = np.square(X_train['SES'])
261.             X_train['CovarUnc_sq'] = np.square(X_train['CovarUnc'])

```



```

262.         X_train['Covar_sq'] = np.square(X_train['Covar'])
263.         X_train['Average_Connection_sq'] = np.square(X_train['Average_Conne
    ction'])
264.
265.         X_train = sm.add_constant(X_train)
266.
267.         print(y_train)
268.
269.         print(X_train)
270.
271.         y_test = dataset[['DELTA_MVA']].iloc[split_number:]
272.
273.         X_test = dataset[['SES', 'CovarUnc', 'Covar', 'Average_Connection']].iloc[
    split_number:]
274.
275.         if quadratic_reg == True:
276.             X_test['SES_sq'] = np.square(X_test['SES'])
277.             X_test['CovarUnc_sq'] = np.square(X_test['CovarUnc'])
278.             X_test['Covar_sq'] = np.square(X_test['Covar'])
279.             X_test['Average_Connection_sq'] = np.square(X_test['Average_Connect
    ion'])
280.
281.         X_test = sm.add_constant(X_test)
282.
283.         print(y_test)
284.
285.         #Effettuo la regressione sul training set
286.         model = sm.OLS(y_train.astype(float), X_train.astype(float))
287.         results = model.fit()
288.
289.         print(results.summary())
290.
291.         #Predico usando il test set
292.         pred_matrix = dataset[['Date']].iloc[split_number:].reset_index(drop=True)
293.
294.         predictions = results.predict(X_test)
295.
296.         pred_matrix.loc[:, 'Pred_DELTA_MVA'] = pd.Series(predictions, index=pred
    _matrix.index)
297.
298.         print(pred_matrix)
299.
300.         #Disegno il grafico
301.
302.         plt.plot(dataset['DELTA_MVA'], label="Delta MVA")
303.         plt.plot(list(range(split_number, len(dataset))), pred_matrix['Pred_DELTA
    A_MVA'], label="Pred Delta MVA", color='r')
304.         plt.title('Delta MVA Prediction')
305.         plt.xticks(list(range(0, len(dataset))), dataset['Date'], rotation='ver
    tical')
306.         plt.legend()
307.         plt.xlabel('Date')
308.         plt.ylabel('Delta MVA')
309.         plt.show()
310.
311.         print("Execution time: " + str(time.clock() - start))
312.         print()

```

## Allegato 2

### Tabella A

La tabella seguente contiene i valori del CoVaR non condizionato dalle variabili di stato, il VaR all'1% ed al 5%, di tutte le banche analizzate. Inoltre, sono riportati i valori del  $\Delta CoVaR$  di ogni istituzione finanziaria, i quali indicano il contributo originato dalle stesse al rischio sistemico. I calcoli sono stati eseguiti durante la crisi dei mutui sub-prime.

Ticker	Beta	COVAR	VAR_0.01	VAR_0.5	DELTA_COVAR_UNC
ALBAV:FH	0,687	-22,73%	-0,140	0,003	-9,79%
ALBK:ID	-0,172	-6,43%	-0,502	-0,007	8,53%
ALPHA:GA	0,952	-25,42%	-0,161	-0,052	-10,45%
BARCL:LN	0,151	-14,93%	-0,326	-0,004	-4,86%
BBVA:SM	0,274	-15,63%	-0,267	-0,047	-6,01%
BCP:PL	0,274	-15,63%	-0,267	-0,047	-6,01%
BDB:IM	0,267	-16,30%	-0,237	-0,003	-6,23%
BKIR:ID	-0,172	-6,43%	-0,502	-0,007	8,53%
BKT:SM	0,189	-14,93%	-0,278	0,051	-6,22%
BKUS:AV	-0,446	-7,26%	-0,130	0,052	8,14%
BMPS:IM	0,075	-14,89%	-0,324	-0,027	-2,24%
BNP:FP	0,300	-14,84%	-0,161	-0,002	-4,79%
BOCY:CY	-0,115	-10,19%	-0,390	0,026	4,78%
BPE:IM	0,572	-15,63%	-0,195	-0,017	-10,19%
BPI:PL	0,208	-14,89%	-0,143	0,046	-3,92%
BTUV:AV	0,964	-29,17%	-0,158	0,018	-16,98%
CBK:GR	-0,252	-6,40%	-0,370	-0,069	7,58%
CE:IM	0,299	-19,71%	-0,400	-0,058	-10,23%
COM:GR	0,505	-25,64%	-0,119	0,140	-13,07%
CRG:IM	0,499	-16,42%	-0,186	-0,068	-5,87%
CVAL:IM	0,795	-29,95%	-0,250	-0,046	-16,17%
DANSKE:DC	0,538	-15,44%	-0,177	0,004	-9,78%
DBK:GR	0,538	-15,44%	-0,177	0,004	-9,78%
DEXB:BB	0,318	-14,73%	-0,086	0,000	-2,74%
DPB:GR	-0,175	-6,38%	-0,420	0,021	7,74%
EBS:AV	1,149	-31,59%	-0,175	-0,030	-16,62%
ETE:GA	0,507	-22,18%	-0,241	-0,032	-10,62%

EUROB:GA	0,734	-19,51%	-0,170	0,004	-12,78%
HB:CY	0,099	-19,02%	-0,495	-0,137	-3,55%
INGA:NA	-0,771	-4,95%	-0,140	-0,048	7,06%
ISP:IM	0,262	-14,88%	-0,194	0,007	-5,28%
KBC:BB	0,189	-14,63%	-0,245	0,001	-4,65%
KN:FP	0,139	-15,25%	-0,380	-0,006	-5,19%
MB:IM	0,817	-14,90%	-0,089	-0,043	-3,78%
OBS:AV	0,975	-21,60%	-0,065	0,024	-8,65%
PEL:IM	0,325	-16,27%	-0,231	0,015	-8,03%
PMI:IM	0,651	-24,43%	-0,247	-0,057	-12,32%
POP:SM	0,560	-19,42%	-0,234	-0,038	-11,00%
RBI:AV	0,718	-37,37%	-0,365	-0,053	-22,41%
SAB:SM	0,342	-14,85%	-0,191	0,011	-6,90%
SAN:SM	1,125	-30,34%	-0,193	-0,004	-21,31%
SHBA:SS	0,369	-17,98%	-0,213	-0,014	-7,32%
STAN:LN	0,121	-14,64%	-0,315	0,003	-3,83%
SWEDA:SS	0,730	-24,29%	-0,294	-0,099	-14,22%
TATT:GA	-0,098	-9,82%	-0,209	-0,024	1,82%
TPEIR:GA	0,808	-27,78%	-0,271	-0,052	-17,69%
TUB:GR	-0,263	-10,21%	-0,096	0,008	2,73%
UBI:IM	0,503	-18,81%	-0,142	-0,036	-5,36%
UBSG:VX	0,980	-45,91%	-0,426	-0,069	-34,96%
UCG:IM	-0,211	-9,78%	-0,311	-0,065	5,18%

## Tabella B

La tabella seguente contiene i valori del CoVaR condizionato dalle variabili di stato, il VaR all'1% ed al 5%, di tutte le banche analizzate. Inoltre, sono riportati i valori del  $\Delta CoVaR$  di ogni istituzione finanziaria, i quali indicano il contributo originato dalle stesse al rischio sistemico. I calcoli sono stati eseguiti durante la crisi dei mutui sub-prime.

Ticker	Beta	COVAR	VAR_0.01	VAR_0.5	DELTA_COVAR
ALBAV:FH	0,027331674	-5,71%	-0,139907285	0,002680998	-0,39%
ALBK:ID	0,256591673	-5,05%	-0,502123909	-0,007383936	-12,69%
ALPHA:GA	-0,008309712	-5,37%	-0,161304706	-0,051541367	0,09%
BARCL:LN	0,13924702	-9,84%	-0,325996979	-0,004177558	-4,48%
BBVA:SM	0,075647466	-5,87%	-0,267272082	-0,047479802	-1,66%
BCP:PL	0,075647466	-5,87%	-0,267272082	-0,047479802	-1,66%

BDB:IM	0,04616849	-6,44%	-0,236592471	-0,003067629	-1,08%
BKIR:ID	0,256591673	-5,05%	-0,502123909	-0,007383936	-12,69%
BKT:SM	0,038731342	-7,18%	-0,278180802	0,050724459	-1,27%
BKUS:AV	0,200940666	-8,39%	-0,130282397	0,052377544	-3,67%
BMPS:IM	0,261647614	-11,37%	-0,323884323	-0,027074821	-7,77%
BNP:FP	0,467567689	-13,37%	-0,161352884	-0,001629956	-7,47%
BOCY:CY	0,164319131	-7,36%	-0,389740445	0,026174545	-6,83%
BPE:IM	-0,151848108	-2,84%	-0,194895722	-0,016618614	2,71%
BPI:PL	-0,7455287	25,97%	-0,142690549	0,046019935	14,07%
BTUV:AV	-0,130314697	-5,47%	-0,157641341	0,018462733	2,29%
CBK:GR	-0,315741489	-5,84%	-0,370102599	-0,06868505	9,52%
CE:IM	-0,201329312	3,50%	-0,399623272	-0,05808145	6,88%
COM:GR	-0,251699915	-6,25%	-0,119258442	0,139710023	6,52%
CRG:IM	-0,194104697	-5,56%	-0,185642908	-0,067948248	2,28%
CVAL:IM	0,204042091	-9,25%	-0,249548338	-0,046230897	-4,15%
DANSKE:DC	0,847927795	-14,84%	-0,177415386	0,004213363	-15,40%
DBK:GR	0,847927795	-14,84%	-0,177415386	0,004213363	-15,40%
DEXB:BB	0,088939144	-6,55%	-0,086061217	0	-0,77%
DPB:GR	0,155463504	-5,43%	-0,420487159	0,020750505	-6,86%
EBS:AV	0,114634738	-5,35%	-0,175121161	-0,0304895	-1,66%
ETE:GA	-0,105783641	-3,27%	-0,241070253	-0,031606793	2,22%
EUROB:GA	-0,072434572	-4,85%	-0,17045236	0,003711158	1,26%
HB:CY	0,015190486	-6,12%	-0,494569587	-0,137071832	-0,54%
INGA:NA	0,254288325	-6,35%	-0,139725257	-0,048163275	-2,33%
ISP:IM	0,07355768	-7,92%	-0,194285697	0,006845948	-1,48%
KBC:BB	0,56729189	-22,64%	-0,245263436	0,000864298	-13,96%
KN:FP	0,01483729	-5,93%	-0,379711168	-0,005671177	-0,55%
MB:IM	0,606099015	-12,35%	-0,089375599	-0,043070759	-2,81%
OBS:AV	-0,365277849	-5,80%	-0,065171104	0,023555486	3,24%
PEL:IM	-3,140326461	92,90%	-0,231417529	0,015429193	77,52%
PMI:IM	0,155334393	-9,93%	-0,246726491	-0,05738273	-2,94%
POP:SM	-0,466135171	3,10%	-0,234417599	-0,038079178	9,15%
RBI:AV	0,18166055	-5,72%	-0,364869934	-0,052871428	-5,67%
SAB:SM	0,223731457	-9,88%	-0,190839633	0,010683533	-4,51%
SAN:SM	0,838839793	-16,98%	-0,193310444	-0,003898394	-15,89%
SHBA:SS	-0,412255638	7,51%	-0,212546243	-0,014427733	8,17%
STAN:LN	0,130251929	-9,76%	-0,314655593	0,002779507	-4,13%
SWEDA:SS	0,451191435	-7,30%	-0,293969465	-0,099107012	-8,79%
TATT:GA	-0,172821141	-4,45%	-0,209057885	-0,023819988	3,20%

TPEIR:GA	0,544123943	-5,08%	-0,270517926	-0,051663848	-11,91%
TUB:GR	-0,51062547	-1,41%	-0,095539209	0,008180554	5,30%
UBI:IM	0,024987583	-5,83%	-0,142258228	-0,03560645	-0,27%
UBSG:VX	0,261136198	-5,03%	-0,426018237	-0,069175554	-9,32%
UCG:IM	-0,292489703	-5,63%	-0,311048395	-0,064935907	7,20%

## Tabella C

La tabella seguente contiene i valori del CoVaR non condizionato dalle variabili di stato, il VaR all'1% ed al 5%, di tutte le banche analizzate. Inoltre, sono riportati i valori del  $\Delta CoVaR$  di ogni istituzione finanziaria, i quali indicano il contributo originato dalle stesse al rischio sistemico. I calcoli sono stati eseguiti durante la crisi del debito sovrano in Europa.

Ticker	Beta	COVAR	VAR_0.01	VAR_0.5	DELTA_COVAR_UNC
ACA:FP	0,29310580	-18,01%	-0,455523866	-0,089630976	-10,72%
ALBAV:FH	0,40500679	-17,64%	-0,36856474	0,010126354	-15,34%
ALBK:ID	0,02896270	-20,39%	-0,665805278	0	-1,93%
ALPHA:GA	0,16203135	-18,21%	-0,587243504	-0,213113859	-6,06%
BARCL:LN	0,26289510	-20,20%	-0,437483355	-0,0898331	-9,14%
BBVA:SM	0,32412807	-17,58%	-0,497948189	-0,033662267	-15,05%
BPC:PL	0,32412807	-17,58%	-0,497948189	-0,033662267	-15,05%
BDB:IM	-0,99666393	-5,47%	-0,131735918	-0,002153629	12,91%
BKIR:ID	0,02896279	-20,39%	-0,665805278	0	-1,93%
BKT:SM	0,73214435	-23,67%	-0,190352691	-0,117547988	-5,33%
BKUS:AV	1,97325675	-28,84%	-0,06465422	-0,023404578	-8,14%
BMPS:IM	-0,14117813	-2,82%	-0,61500191	-0,084365122	7,49%
BNP:FP	-0,50749317	-7,09%	-0,228749829	0,000362657	11,63%
BOCY:CY	0,44857150	-17,86%	-0,434271834	-0,064566693	-16,58%
BPE:IM	-0,36981430	-6,44%	-0,208923926	0,004935921	7,91%
BPI:PL	0,95092423	-18,31%	-0,05789417	0,053702661	-10,61%
BTUV:AV	-5,51356767	13,12%	-0,070290331	-0,013240595	31,45%
CBK:GR	0,21615668	-17,97%	-0,457573405	-0,071288797	-8,35%
CE:IM	0,45910579	-17,56%	-0,266258958	-0,025060611	-11,07%
COM:GR	1,44610751	-34,18%	-0,098694079	0,086950128	-26,85%
CRG:IM	-0,56125828	-6,34%	-0,135991701	0,041639118	9,97%
CVAL:IM	0,73564977	-21,93%	-0,20999725	-0,106308074	-7,63%

DANSKE:D C	0,31108244	-17,98%	-0,285437347	-0,067798941	-6,77%
DBK:GR	0,31108244	-17,98%	-0,285437347	-0,067798941	-6,77%
DEXB:BB	-0,36467825	-0,20%	-0,483615657	-0,008774576	17,32%
DPB:GR	1,06059296	-30,96%	-0,212274903	-0,009276817	-21,53%
EBS:AV	0,35844445	-17,66%	-0,37119431	0,007736743	-13,58%
ETE:GA	0,33619264	-18,26%	-0,381951012	-0,153610604	-7,68%
EUROB:GA	0,23794613	-17,89%	-0,652505844	-0,135509989	-12,30%
HB:CY	0,71039824	-19,82%	-0,252987117	-0,147055744	-7,53%
INGA:NA	0,31514966	-17,90%	-0,358129815	-0,02906876	-10,37%
ISP:IM	0,42186259	-17,80%	-0,336710279	-0,059551685	-11,69%
KBC:BB	0,28956438	-18,21%	-0,33380151	-0,011979653	-9,32%
KN:FP	0,16983858	-20,48%	-0,132644955	-0,001009873	-2,24%
MB:IM	1,02594348	-33,24%	-0,236806215	-0,055372394	-18,61%
OBS:AV	-4,46606419	0,66%	-0,030799725	-0,009979718	9,30%
PEL:IM	0,29906859	-24,06%	-0,383158821	-0,007457826	-11,24%
PMI:IM	-0,11422902	-6,27%	-0,406690117	-0,126143832	3,20%
POP:SM	-0,34415092	-5,77%	-0,278696489	0,086355257	12,56%
RBI:AV	0,19264499	-18,09%	-0,331706811	-0,081542583	-4,82%
SAB:SM	0,96498310	-39,01%	-0,261117643	-0,046895247	-20,67%
SAN:SM	0,88092369	-18,03%	-0,193586503	-0,015023103	-15,73%
SHBA:SS	1,19038858	-19,55%	-0,093943854	-0,026709762	-8,00%
STAN:LN	0,83440181	-24,41%	-0,074900569	-0,000760168	-6,19%
SWEDA:SS	0,14853944	-18,06%	-0,393554398	0,154455513	-8,14%
TATT:GA	0,30094897	-18,06%	-0,440113732	-0,205497282	-7,06%
TPEIR:GA	0,32457044	-22,38%	-0,544821888	0,027609164	-18,58%
TUB:GR	-0,49844168	0,35%	-0,213870729	-0,022937728	9,52%
UBI:IM	0,75607259	-18,25%	-0,256139297	-0,079871847	-13,33%
UBSG:VX	0,52930488	-18,27%	-0,307538514	-0,113654656	-10,26%
UCG:IM	0,40545216	-17,70%	-0,360874155	-0,133128205	-9,23%

## Tabella D

La tabella seguente contiene i valori del CoVaR condizionato dalle variabili di stato, il VaR all'1% ed al 5%, di tutte le banche analizzate. Inoltre, sono riportati i valori del  $\Delta CoVaR$  di ogni istituzione finanziaria, i quali indicano il contributo originato dalle stesse al rischio sistemico. I calcoli sono stati eseguiti durante la crisi del debito sovrano in Europa.

Ticker	Beta	COVAR	VAR_0.01	VAR_0.5	DELTA_COVAR
ACA:FP	0,240876471	-0,18205999	-0,45552386	-0,08963097	-0,088134988
ALBAV:FH	0,240060722	-0,18931180	-0,36856474	0,010126354	-0,090908858
ALBK:ID	-0,01891382	-0,16815516	-0,66580527	0	0,012592925
ALPHA:GA	-0,2072555	-0,18492751	-0,58724350	-0,21311385	0,077540427
BARCL:LN	-0,03893270	-0,19211929	-0,43748335	-0,0898331	0,013534963
BBVA:SM	-0,31664395	-0,20180340	-0,49794818	-0,033662267	0,147013331
BCP:PL	-0,31664395	-0,20180340	-0,49794818	-0,033662267	0,147013331
BDB:IM	1,038936444	-0,31577022	-0,13173591	-0,002153629	-0,134627762
BKIR:ID	-0,01891382	-0,16815516	-0,66580527	0	0,012592925
BKT:SM	-0,32237910	-0,16685369	-0,19035269	-0,117547988	0,023470715
BKUS:AV	0,399056309	-0,21400734	-0,06465422	-0,023404578	-0,01646093
BMPS:IM	-0,00810241	-0,18386201	-0,61500191	-0,084365122	0,00429944
BNP:FP	0,251463288	-0,23955863	-0,22874982	0,000362657	-0,057613379
BOCY:CY	0,413173481	-0,17848934	-0,43427183	-0,064566693	-0,15275236
BPE:IM	0,253755296	-0,26320228	-0,20892392	0,004935921	-0,054268069
BPI:PL	0,639822085	-0,19036126	-0,05789417	0,053702661	-0,071402117
BTUV:AV	-0,16378028	-0,18174496	-0,07029033	-0,013240595	0,009343622
CBK:GR	-0,05395914	-0,19582890	-0,45757340	-0,071288797	0,020843589
CE:IM	0,36118915	-0,18735839	-0,26625895	-0,025060611	-0,087118226
COM:GR	-0,29014288	-0,15382741	-0,09869407	0,086950128	0,053863345
CRG:IM	0,1908379	-0,22583381	-0,13599170	0,041639118	-0,033898693
CVAL:IM	-0,32741800	-0,16642788	-0,20999725	-0,106308074	0,033949703
DANSKE:DC	-0,24809131	-0,19599654	-0,28543734	-0,067798941	0,053994198
DBK:GR	-0,24809131	-0,19599654	-0,28543734	-0,067798941	0,053994198
DEXB:BB	-0,03818901	-0,17551770	-0,48361565	-0,008774576	0,018133715
DPB:GR	-0,25336561	-0,16451652	-0,21227490	-0,009276817	0,051432736
EBS:AV	-0,07690234	-0,19624820	-0,37119431	0,007736743	0,029140687
ETE:GA	-0,29405923	-0,19451883	-0,38195101	-0,153610604	0,067145605
EUROB:GA	0,635142666	-0,16971057	-0,65250584	-0,135509989	-0,328366126
HB:CY	-0,88824024	-0,17628856	-0,25298711	-0,147055744	0,094092509
INGA:NA	1,038379286	-0,17165627	-0,35812981	-0,02906876	-0,341690183
ISP:IM	-0,02279222	-0,19281552	-0,33671027	-0,059551685	0,00631706
KBC:BB	-0,04577504	-0,19489748	-0,33380151	-0,011979653	0,014731409
KN:FP	0,043273779	-0,19665052	-0,13264495	-0,001009873	-0,005696347
MB:IM	0,393323478	-0,24085826	-0,23680621	-0,055372394	-0,071362181
OBS:AV	3,171957696	-0,31677061	-0,03079972	-0,009979718	-0,06604018
PEL:IM	-0,15077252	-0,15788574	-0,38315882	-0,007457826	0,056645387

PMI:IM	0,156242441	-0,34666154	-0,40669011	-0,126143832	-0,043833236
POP:SM	0,085162981	-0,21929545	-0,27869648	0,086355257	-0,031088895
RBI:AV	-0,31957284	-0,18789700	-0,33170681	-0,081542583	0,079945695
SAB:SM	-0,27260693	-0,13332788	-0,26111764	-0,046895247	0,05839851
SAN:SM	0,580725054	-0,18877641	-0,19358650	-0,015023103	-0,10369624
SHBA:SS	0,410837002	-0,18741442	-0,09394385	-0,026709762	-0,027622253
STAN:LN	0,18350822	-0,20579303	-0,07490056	-0,000760168	-0,013605373
SWEDA:SS	0,04191645	-0,19352341	-0,39355439	0,154455513	-0,02297063
TATT:GA	-0,55796498	-0,18682266	-0,44011373	-0,205497282	0,130907764
TPEIR:GA	0,065729813	-0,19841157	-0,54482188	0,027609164	-0,037625786
TUB:GR	-0,18127244	-0,11598188	-0,21387072	-0,022937728	0,034610892
UBI:IM	0,349177013	-0,18124399	-0,25613929	-0,079871847	-0,061548542
UBSG:VX	-0,07426884	-0,19482161	-0,30753851	-0,113654656	0,01439953
UCG:IM	-1,08188339	-0,20471240	-0,36087415	-0,133128205	0,246394561

## Tabella E

La seguente tabella contiene i valori del RSES, MES, leverage ed il seguente SES calcolato tramite regressione lineare. I calcoli sono stati eseguiti durante la crisi dei mutui sub-prime.

Ticker	RSES	MES	LVR	SES
ACA:FP	-0,7210	-0,0793	35,8630	-0,6872
ALBAV:FH	0,0641	-0,0676	20,6734	-0,5780
ALBK:ID	-0,9086	-0,1084	29,5747	-0,9232
ALPHA:GA	-0,7378	-0,0664	14,3765	-0,5624
BARCL:LN	-0,7955	-0,0848	54,4165	-0,7494
BBVA:SM	-0,5592	-0,0562	21,2482	-0,4837
BCP:PL	-0,6421	-0,0520	21,2482	-0,4489
BDB:IM	-0,3668	-0,0425	13,6874	-0,3636
BKIR:ID	-0,9382	-0,1248	29,5747	-1,0587
BKT:SM	-0,4493	-0,0548	27,8461	-0,4781
BKUS:AV	0,1464	-0,0254	12,9077	-0,2218
BMPS:IM	-0,6255	-0,0468	19,3632	-0,4045
BNP:FP	-0,5429	-0,0650	34,8986	-0,5688
BOCY:CY	-0,7253	-0,0693	15,8357	-0,5878
BPE:IM	-0,4912	-0,0385	16,1924	-0,3326
BPI:PL	-0,7581	-0,0531	8,9782	-0,4472
BTUV:AV	0,0255	-0,0596	15,0772	-0,5064



CBK:GR	-0,7646	-0,0912	42,1814	-0,7917
CE:IM	-0,6570	-0,0486	18,1072	-0,4183
COM:GR	-0,4016	-0,0624	15,1607	-0,5302
CRG:IM	-0,5518	-0,0584	9,0846	-0,4911
CVAL:IM	-0,4370	-0,0360	13,2127	-0,3095
DANSKE:DC	-0,7244	-0,0794	52,0958	-0,7021
DBK:GR	-0,7244	-0,0794	52,0958	-0,7021
DEXB:BB	-0,8476	-0,0998	43,5567	-0,8638
DPB:GR	-0,7713	-0,0811	40,9550	-0,7071
EBS:AV	-0,7328	-0,0885	23,2944	-0,7528
ETE:GA	-0,6062	-0,0752	10,9512	-0,6324
EUROB:GA	-0,7325	-0,0602	15,2876	-0,5120
HB:CY	-0,6360	-0,0656	16,6925	-0,5575
INGA:NA	-0,8003	-0,1029	37,3133	-0,8844
ISP:IM	-0,6009	-0,0674	12,2727	-0,5691
KBC:BB	-0,6966	-0,0925	20,5706	-0,7840
KN:FP	-0,9042	-0,0949	29,7615	-0,8114
MB:IM	-0,5579	-0,0375	8,1588	-0,3177
OBS:AV	0,2750	-0,0148	16,1678	-0,1366
PEL:IM	-0,7305	-0,0424	14,7098	-0,3640
PMI:IM	-0,6613	-0,0583	12,6683	-0,4938
POP:SM	-0,5568	-0,0579	16,5565	-0,4941
RBI:AV	-0,7665	-0,1023	13,9339	-0,8596
SAB:SM	-0,3130	-0,0359	17,1868	-0,3117
SAN:SM	-0,4742	-0,0629	18,2922	-0,5368
SHBA:SS	-0,3582	-0,0556	27,2163	-0,4840
STAN:LN	-0,4049	-0,0872	16,5753	-0,7360
SWEDA:SS	-0,7987	-0,0841	23,6521	-0,7170
TATT:GA	-0,6027	-0,0627	14,8399	-0,5318
TPEIR:GA	-0,6997	-0,0609	18,5485	-0,5202
TUB:GR	-0,1845	-0,0596	21,9445	-0,5125
UBI:IM	-0,4893	-0,0421	11,0189	-0,3584
UBSG:VX	-0,7963	-0,0849	56,1139	-0,7513
UCG:IM	-0,7736	-0,0766	20,2444	-0,6519

Tabella F

La seguente tabella contiene i valori del RSES, MES, leverage ed il seguente SES calcolato tramite regressione lineare. I calcoli sono stati eseguiti durante la crisi del debito sovrano in Europa.

Ticker	RSES	MES	LVR	SES
ACA:FP	-0,7296	-0,0738	37,6680	-0,5974
ALBAV:FH	-0,5518	-0,0782	21,8552	-0,6714
ALBK:ID	-0,9746	-0,1386	25,9864	-1,2173
ALPHA:GA	-0,9615	-0,1072	12,0286	-0,9590
BARCL:LN	-0,5512	-0,0711	30,7247	-0,5877
BBVA:SM	-0,4831	-0,0555	17,4528	-0,4723
BCP:PL	-0,8891	-0,0680	17,4528	-0,5870
BDB:IM	-0,3918	-0,0361	10,6789	-0,3087
BKIR:ID	-0,9539	-0,1310	25,9864	-1,1476
BKT:SM	-0,4973	-0,0493	20,7720	-0,4087
BKUS:AV	0,0162	-0,0155	10,7273	-0,1197
BMPS:IM	-0,7905	-0,0649	14,1048	-0,5665
BNP:FP	-0,5032	-0,0696	34,1396	-0,5666
BOCY:CY	-0,8979	-0,0765	15,6475	-0,6691
BPE:IM	-0,4561	-0,0580	18,5875	-0,4931
BPI:PL	-0,7990	-0,0619	10,2870	-0,5464
BTUV:AV	0,0645	-0,0006	13,5784	0,0232
CBK:GR	-0,8115	-0,0725	71,8900	-0,5133
CE:IM	-0,4559	-0,0583	16,1172	-0,5016
COM:GR	0,1024	-0,0388	20,6320	-0,3126
CRG:IM	-0,3432	-0,0503	10,5442	-0,4392
CVAL:IM	-0,7291	-0,0433	13,3675	-0,3688
DANSKE:DC	-0,4635	-0,0588	43,0323	-0,4488
DBK:GR	-0,4635	-0,0588	43,0323	-0,4488
DEXB:BB	-0,9517	-0,1005	72,3456	-0,7694
DPB:GR	-0,0643	-0,0431	40,8761	-0,3086
EBS:AV	-0,6201	-0,0711	16,2839	-0,6183
ETE:GA	-0,9335	-0,1001	13,7968	-0,8899
EUROB:GA	-0,9718	-0,1097	17,3347	-0,9702
HB:CY	-0,7956	-0,0571	16,3375	-0,4901
INGA:NA	-0,4555	-0,0801	28,7467	-0,6746
ISP:IM	-0,5742	-0,0785	12,0595	-0,6952
KBC:BB	-0,7351	-0,0800	31,6985	-0,6676
KN:FP	-0,5262	-0,0699	29,0396	-0,5799

MB:IM	-0,5450	-0,0508	11,3807	-0,4422
OBS:AV	0,0966	-0,0059	15,0770	-0,0221
PEL:IM	-0,7538	-0,0513	14,3798	-0,4407
PMI:IM	-0,8398	-0,0709	10,1065	-0,6299
POP:SM	-0,4985	-0,0509	15,5353	-0,4349
RBI:AV	-0,6029	-0,0683	13,3951	-0,5986
SAB:SM	-0,3934	-0,0388	16,1318	-0,3224
SAN:SM	-0,5143	-0,0534	16,6395	-0,4547
SHBA:SS	-0,0801	-0,0377	26,1889	-0,2909
STAN:LN	-0,0950	-0,0434	15,6687	-0,3650
SWEDA:SS	0,3061	-0,0549	20,2959	-0,4614
TATT:GA	-0,9102	-0,1014	10,3623	-0,9096
TPEIR:GA	-0,9617	-0,1065	17,3778	-0,9414
TUB:GR	-0,0502	-0,0562	17,6807	-0,4788
UBI:IM	-0,7117	-0,0650	11,3968	-0,5732
UBSG:VX	-0,4217	-0,0549	31,3243	-0,4381
UCG:IM	-0,7317	-0,0772	15,0821	-0,6772

## Tabella G

Nella tabella seguente sono riportate le interconnessioni, calcolate mediante il test di causalità alla Granger, lungo l'orizzonte temporale in corrispondenza della crisi dei mutui sub-prime, della crisi del debito sovrano e lungo tutto il periodo campionario.

Interconnessioni durante crisi dei mutui sub-prime		Interconnessioni durante la crisi debito sovrano		Interconnessioni durante tutto l'orizzonte temporale	
<b>UCG:IM</b>	25	<b>COM:GR</b>	29	<b>DEXB:BB</b>	39
<b>BKT:SM</b>	22	<b>DPB:GR</b>	23	<b>CE:IM</b>	32
<b>ALBAV:FH</b>	21	<b>CE:IM</b>	22	<b>CVAL:IM</b>	31
<b>RBI:AV</b>	19	<b>KN:FP</b>	16	<b>BDB:IM</b>	31
<b>BPE:IM</b>	14	<b>ALBAV:FH</b>	16	<b>PEL:IM</b>	26
<b>CVAL:IM</b>	13	<b>HB:CY</b>	15	<b>BPE:IM</b>	25
<b>PMI:IM</b>	12	<b>INGA:NA</b>	13	<b>ALBAV:FH</b>	23
<b>EBS:AV</b>	12	<b>PEL:IM</b>	11	<b>CRG:IM</b>	21
<b>INGA:NA</b>	11	<b>BNP:FP</b>	6	<b>ACA:FP</b>	19
<b>SAN:SM</b>	10	<b>RBI:AV</b>	4	<b>RBI:AV</b>	18

BARCL:LN	10	BDB:IM	4	INGA:NA	18
DEXB:BB	8	BCP:PL	3	KN:FP	17
CRG:IM	8	KBC:BB	3	ETE:GA	17
KBC:BB	7	POP:SM	2	OBS:AV	16
BKIR:ID	7	EBS:AV	2	ALBK:ID	15
COM:GR	7	ACA:FP	2	BMPS:IM	14
ISP:IM	7	BOCY:CY	2	BPI:PL	14
TPEIR:GA	6	ALPHA:GA	2	BARCL:LN	14
ACA:FP	6	BTUV:AV	1	MB:IM	11
BTUV:AV	6	MB:IM	1	SWEDA:SS	11
MB:IM	5	BKT:SM	1	KBC:BB	11
UBI:IM	5	STAN:LN	1	EBS:AV	11
KN:FP	5	EUROB:GA	1	BNP:FP	11
DPB:GR	4	ETE:GA	1	ALPHA:GA	9
EUROB:GA	4	BARCL:LN	1	PMI:IM	8
BBVA:SM	4	TATT:GA	1	UCG:IM	8
STAN:LN	4	DBK:GR	1	BKIR:ID	8
CBK:GR	4	DANSKE:DC	1	SAN:SM	6
BNP:FP	4	TPEIR:GA	1	HB:CY	6
UBSG:VX	4	TUB:GR	0	UBI:IM	6
POP:SM	3	UBI:IM	0	TPEIR:GA	6
SHBA:SS	3	SHBA:SS	0	CBK:GR	6
SAB:SM	3	SAN:SM	0	BBVA:SM	6
TATT:GA	3	SAB:SM	0	STAN:LN	6
ALBK:ID	3	UBSG:VX	0	BCP:PL	6
SWEDA:SS	3	ALBK:ID	0	POP:SM	5
CE:IM	3	SWEDA:SS	0	TATT:GA	5
DBK:GR	3	BBVA:SM	0	BKT:SM	5
DANSKE:DC	3	PMI:IM	0	SHBA:SS	5
OBS:AV	3	OBS:AV	0	UBSG:VX	4
PEL:IM	2	CBK:GR	0	DBK:GR	4
BMPS:IM	2	BKIR:ID	0	DANSKE:DC	4
HB:CY	2	ISP:IM	0	BOCY:CY	4
ETE:GA	2	BKUS:AV	0	DPB:GR	4
BPI:PL	2	BMPS:IM	0	BTUV:AV	3
TUB:GR	1	DEXB:BB	0	ISP:IM	3
BCP:PL	0	CVAL:IM	0	EUROB:GA	3
BDB:IM	0	CRG:IM	0	COM:GR	2
BKUS:AV	0	BPE:IM	0	SAB:SM	1

ALPHA:GA	0	BPI:PL	0	BKUS:AV	1
BOCY:CY	0	UCG:IM	0	TUB:GR	0

## Tabella H

Nella tabella sottostante sono raffigurati i valori della regressione lineare effettuata per predire i valori della variazione del valore delle attività del portafoglio.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	DELTA_MVA	R-squared:	0.499			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.298			
Method:	Least Squares	F-statistic:	2.488			
Date:	Sat, 16 Sep 2017	Prob (F-statistic):	0.111			
Time:	15:46:41	Log-Likelihood:	11.956			
No. Observations:	15	AIC:	-13.91			
Df Residuals:	10	BIC:	-10.37			
Df Model:	4					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[95.0% Conf. Int.]	
const	-0.0346	0.132	-0.262	0.799	-0.329	0.260
SES	0.4269	0.191	2.230	0.050	0.000	0.853
CovarUnc	-0.0025	0.402	-0.006	0.995	-0.898	0.893
Covar	0.0531	0.025	2.147	0.057	-0.002	0.108
Average_Connection	0.0314	0.059	0.536	0.604	-0.099	0.162
Omnibus:	0.218	Durbin-Watson:	2.775			
Prob(Omnibus):	0.897	Jarque-Bera (JB):	0.045			
Skew:	-0.080	Prob(JB):	0.978			
Kurtosis:	2.785	Cond. No.	21.5			

## Tabella I

Nella tabella sottostante sono raffigurati i valori della regressione quadratica eseguita per predire i valori della variazione del valore delle attività del portafoglio.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	DELTA_MVA	R-squared:	0.951			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.886			
Method:	Least Squares	F-statistic:	14.61			
Date:	Fri, 15 Sep 2017	Prob (F-statistic):	0.00208			
Time:	11:59:50	Log-Likelihood:	29.421			
No. Observations:	15	AIC:	-40.84			
Df Residuals:	6	BIC:	-34.47			
Df Model:	8					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[95.0% Conf. Int.]	
const	0.0884	0.103	0.857	0.424	-0.164	0.341
SES	0.0777	0.129	0.603	0.568	-0.237	0.393
CovarUnc	0.3113	1.274	0.244	0.815	-2.805	3.428
Covar	0.9172	0.190	4.821	0.003	0.452	1.383
Average_Connection	-0.0955	0.152	-0.629	0.553	-0.467	0.276
SES_sq	-0.0620	0.420	-0.148	0.887	-1.090	0.966
CovarUnc_sq	0.9332	3.086	0.302	0.773	-6.617	8.484
Covar_sq	-0.1412	0.031	-4.574	0.004	-0.217	-0.066
Average_Connection_sq	0.0300	0.046	0.646	0.542	-0.084	0.144
Omnibus:	18.735	Durbin-Watson:	1.892			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	18.842			
Skew:	1.782	Prob(JB):	8.10e-05			
Kurtosis:	7.176	Cond. No.:	2.50e+03			

Dipartimento di Economia e Finanza

Cattedra di Economia e Gestione degli Intermediari  
Finanziari (C.P.)

**Riassunto**

**Il rischio sistemico europeo: un'analisi  
comparativa delle principali metriche**

Relatore

Chiar.mo Prof. Domenico Curcio

Candidato

Guglielmo Cotti

Matricola 666441

Correlatore

Chiar.mo Prof. Giancarlo Mazzoni

Anno Accademico 2016/2017

## Introduzione

Il presente elaborato si pone l'obiettivo di eseguire un'analisi parametrica su tre misure di rischio sistemico, applicata ad un campione di 51 banche europee, per valutare le capacità predittive delle stesse misure.

La sofferenza o il fallimento di un intermediario finanziario, considerato di rilevanza sistemica, può generare un mal funzionamento dei mercati minacciandone la stabilità nel suo complesso. La crisi finanziaria dei mutui sub-prima verificatasi negli Stati Uniti, ha evidenziato gli effetti che una crisi finanziaria può avere nell'economia. Infatti, la maggior parte degli istituti di credito si è trovata impreparata e non sufficientemente solida, in termini finanziari, ad affrontare le ingenti perdite derivate dall'insolvenza dei mutui sub-prime, dall'esplosione della bolla immobiliare e dal crollo dei prezzi dei titoli azionari detenuti da istituzioni di grande rilievo. Tale congiuntura provocò una rapida diffusione della crisi, anche nell'economia reale, attraverso delle notevoli restrizioni nella concessione del credito. Dopo questi avvenimenti, si è trovato e riscontrato un rinnovato interesse nella misurazione, gestione e regolamentazione del rischio sistemico.

Il sistema finanziario interpreta un ruolo cruciale per l'economia globale, poiché l'intermediario fa da tramite tra gli agenti che hanno bisogno di prestiti e gli operatori che sono disposti a prestare o ad investire capitale. Da ciò, deriva il fatto che l'economia globale è strettamente legata a tutti i settori economici, quindi, se il sistema finanziario non funziona correttamente le sue criticità hanno un forte impatto sull'economia reale, questo emerge analizzando il deterioramento delle variabili macroeconomiche, quali il tasso di crescita del PIL, il tasso di disoccupazione ed il deficit pubblico.

La struttura della ricerca è stata impostata in modo tale da rendere facile e comprensibile il tema così ampio del rischio sistemico, inizialmente,



spiegandone la definizione proseguendo con l'analisi delle sue principali metriche.

## **Il rischio sistemico**

Numerose ipotesi vengono sostenute riguardo la vigilanza pubblica dei mercati finanziari, spesso, infatti, si fa riferimento al rischio sistemico definendolo come una base logica dalla quale far partire l'elaborazione di politiche prudenziali da emanare per regolare i mercati finanziari, in particolare, il settore bancario.

Si evidenzia che la definizione di rischio sistemico non ha carattere né di chiarezza assoluta né di esclusività, inoltre non è condivisa da tutta la letteratura economica. Verranno, per tal motivo, fornite le principali definizioni di rischio sistemico riconducibili alla letteratura economica di riferimento.

Il Group of ten<sup>45</sup> è il primo a voler definire il rischio sistemico enunciando e chiarendo le caratteristiche fondamentali dello stesso.

In primo luogo, lo stesso sostiene che l'evento deve incidere su una parte sostanziale del sistema finanziario; rappresentando, quindi, un rischio per il sistema finanziario nel suo complesso. In secondo luogo, lo stesso comporta ricadute di rischio da un'istituzione a molte altre. Tutto ciò implica che, nella misurazione del rischio, l'attenzione dovrebbe essere focalizzata sui modi con cui degli shock avversi, che colpiscono un'istituzione o poche più, possono essere trasmessi al sistema finanziario nella sua totalità, ovvero alle interconnessioni tra le istituzioni. Infine, come ultima peculiarità, sostiene che,

---

<sup>45</sup> Il *Group of ten*, oppure G-10 fu fondato nel 1962 dalle dieci maggiori economie capitalistiche, il Belgio, il Canada, la Francia, la Germania, il Giappone, l'Italia, i Paesi Bassi, il Regno Unito, gli Stati Uniti, la Svezia e nel 1964 aderì a questa organizzazione internazionale anche la Svizzera.

gli episodi nei quali si materializza un rischio sistemico sono associati a degli effetti macroeconomici fortemente negativi a causa dell'assenza di riposte politiche forti e rapide. Inoltre, viene aggiunta una definizione anche dal Financial Stability Board, il Fondo monetario internazionale e la Banca dei regolamenti internazionali: *“un rischio di perturbazione dei servizi finanziari che è causato da una compromissione di tutta o di parte del sistema finanziario, ed ha il potenziale per avere gravi conseguenze negative sull'economia reale”*.

Un'altra definizione del rischio, esaminata in questa ricerca, è stata fornita da De Bandt e Hartmann (2000) per la Banca Centrale Europea con la quale vengono descritte due possibili tipologie di rischio sistemico: *“forte”* se l'istituzione, influenzata da tale evento -shock-, risulta insolvente in un secondo momento e come conseguenza di questo shock, sebbene la stessa nel periodo precedente sia stata solvente; oppure se i mercati, che sono stati contagiati, in momenti successivi, crollino senza il succedersi di tale evento; *“debole”* se l'evento sistemico non si concretizza come un fallimento di un'istituzione o di uno shock di mercato. Il rischio sistemico viene determinato da varie fonti. Ben Bernanke, Governatore della Federal Reserve, individuò una possibile determinante di questo nell'esistenza di intermediari finanziari *“too big to fail”*. Quindi, il potenziale fallimento della banca che si trova in difficoltà potrebbe far perdere fiducia anche ai risparmiatori di altri istituti bancari, vigilati dalla stessa autorità e, causare un danno sociale con costi economici rilevanti. Un intervento da parte dello Stato, per salvaguardare il sistema sembrerebbe una buona procedura di intervento.

Un'ulteriore possibile fonte per il rischio sistemico è stata individuata da Brunnermeier Krishnamurty e Gordon (2010) analizzando la liquidità degli istituti finanziari. Il rischio del livello di liquidità, per un intermediario finanziario, si distingue in *funding liquidity risk* ed in *market liquidity risk*. Il primo riguarda il rischio che una banca non riesca ad essere in grado di far fronte a dei deflussi

di cassa attesi ed inattesi in modo efficiente, ovvero senza compromettere la propria ordinaria operatività ed il proprio equilibrio finanziario. Il funding liquidity risk, invece, si riferisce al rischio nel quale un istituto, che per monetizzare una rilevante posizione in attività finanziarie, possa influenzarne il prezzo in misura significativa e sfavorevole, per un mal funzionamento o di una insufficiente profondità del mercato, in cui tali attività vengono scambiate. La liquidità e la solvibilità dei partecipanti al settore finanziario possono essere dei buoni indicatori per lo stato di salute di un intermediario; inoltre possono rappresentare le cause di eventuali rischi sistemici, poiché indicano, implicitamente, il grado di fiducia che i partecipanti a tali settori hanno nei confronti del sistema. Pertanto un valore basso della liquidità potrebbe originare delle spirali di liquidità che potrebbero creare una crisi sistemica.

Un ulteriore fonte del rischio sistemico è il rischio di contagio: il livello di interconnessioni degli intermediari finanziari che partecipano ad un determinato mercato, in occasione di perdite inaspettate ed impreviste, generate da un numero contenuto di banche, può avere degli effetti drammatici generando una paralisi del sistema finanziario nella sua totalità.

I controlli sulle banche sono nati, come risposta degli ordinamenti alla crisi che aveva colpito le economie dei paesi industrializzati, agli inizi degli anni trenta del secolo scorso. Una lunga fase di relativa stabilità del sistema finanziario, durata più di settanta anni, ha consentito un lento processo evolutivo delle regole, avviato durante la fine degli anni ottanta verso un sistema di controllo pubblico più rispettoso dell'autonomia imprenditoriale delle banche e favorevole allo sviluppo della concorrenza come condizione necessaria per favorire gestioni efficienti che, nel lungo periodo, assicurino stabilità. Per riuscire a capire il sistema di vigilanza attuale si è ritenuto fondamentale procedere con un'analisi evolutiva e temporale della regolamentazione pubblica delle banche. Nel 1988 fu stilato il primo accordo del comitato di Basilea, denominato poi

Basilea I, che è stato il primo tentativo di impostare degli standard internazionali, fondati sul rischio, per l'adeguatezza del patrimonio di vigilanza. Una principale critica rivolta a tale accordo fu quella di essere troppo semplicistico ed arbitrario. Basilea I imponeva alle banche di detenere un capitale di vigilanza minimo, denominato anche patrimonio di vigilanza, uguale all'8% delle attività ponderate per il rischio. Nel 1999, il comitato di Basilea ha ritenuto opportuno ed importante proporre nuove regole, denominate in seguito Basilea II. Quest'ultimo accordo si fonda su tre pilastri fondamentali quali: requisiti minimi di capitale, controllo prudenziale e disciplina di mercato.

In seguito alla crisi del credito nel 2007-2009, il Comitato di Basilea si rese conto che una profonda revisione dell'accordo Basilea II era necessaria, poiché l'implementazione delle nuove regole, in esso contenute, non è stata sufficiente a fermare la crisi. Nel dicembre del 2009 furono pubblicate delle proposte per un nuovo framework organizzativo denominato Basilea III. La versione finale del regolamento è stata pubblicata nel dicembre del 2010, dopo le osservazioni da parte delle banche, uno studio di impatto quantitativo ed una serie di vertici internazionali. Questo nuovo insieme di regole si compone di sei parti:

- Definizione e fabbisogni di capitale;
- Capital Conservation Buffer;
- Countercyclical Buffer;
- Leverage Ratio;
- Liquidity Risk;
- Counterparty Credit risk.

La dimensione sistemica della crisi che dal 2007 ha prodotto un effetto domino negli intermediari finanziari dell'Unione Europea e, ha indotto la Commissione Europea a ridefinire le regole di condotta per tali intermediari. Viene costituito

un gruppo di lavoro guidato da J. De Larosière, con l'obiettivo di ridisegnare le modalità dell'esercizio di vigilanza bancaria, al fine di contenere la crisi e di prevenire, in periodi successivi, il ripetersi di crisi sistemiche. Si è così costituito un quadro autoritativo in ambito europeo, formato da un insieme di autorità incaricate alla vigilanza denominato SEVIF (Sistema Europeo di Vigilanza Finanziaria) con il fine di preservare la stabilità finanziaria, creare fiducia nel sistema finanziario e garantire una sufficiente protezione ai consumatori dei servizi finanziari.

Questa nuova forma di vigilanza si articola in due componenti principali. La prima, è rappresentata dal Comitato Europeo per il rischio sistemico (CERS) con a capo il Presidente della BCE, che ha l'incarico di valutare e controllare i potenziali rischi per la stabilità finanziaria, che derivano dai processi macroeconomici.

La seconda componente è costituita da tre nuove autorità l'EBA, l'ESMA e l'EIOPA, le quali sono affiancate da un network di autorità nazionali che collaborano con le stesse.

Il CERS ha il compito di emanare le linee guida per la prevenzione dei rischi macro-sistemic; mentre l'EBA, ha l'incarico di vigilare sul settore bancario attraverso l'emanazione di standard di vigilanza. L'ESMA e l'EIOPA, da parte loro, devono garantire la regolarità rispettivamente dei mercati finanziari e del mercato delle assicurazioni e delle pensioni. Di seguito verranno analizzate le misure di rischio sistemico, utilizzate nell'analisi parametrica, e le loro relative applicazioni.

## **Le principali misure di rischio sistemico**

Il sistema finanziario interpreta un ruolo cruciale per l'economia globale, essendo l'intermediario tra gli agenti che hanno bisogno di prendere in prestito

e gli operatori che sono disposti a prestare o ad investire. Da ciò deriva il fatto che l'economia globale è strettamente legata a tutti i settori economici, quindi, se il sistema finanziario non funziona correttamente le sue criticità hanno un forte impatto sull'economia reale, questo può essere notato dal deterioramento delle variabili macroeconomiche come il tasso di crescita del PIL, il tasso di disoccupazione ed il deficit pubblico.

Molti di questi problemi derivano da eventi legati al rischio sistemico, che si estendono dal settore bancario all'economia reale. Pertanto, è importante individuare le attuali misure di rischio sistemico per poter comprendere al meglio eventuali situazioni di pre-crisi e, quindi, poter permettere agli opportuni organi di controllo di attuare le misure più appropriate per prevenire una potenziale crisi. Verranno, quindi, trattate le misure di rischio che saranno applicate ad un campione di banche europee. Nell'analisi empirica presentata nell'elaborato viene eseguito un confronto di tre modelli di misurazione del rischio sistemico.

Adrian e Brunnermeier (2011) sostengono che una misura di rischio di una sola banca non necessariamente riflette il rischio sistemico, ossia il rischio che la stabilità finanziaria dell'intero sistema sia minacciata. Inoltre ritengono, in primo luogo, che una misura di rischio sistemico dovrebbe identificare il rischio al sistema apportato da ogni istituzione, la quale è interconnessa con le altre causando delle esternalità negative per le altre imprese bancarie. In secondo luogo, le misure di rischio dovrebbero riconoscere che il rischio si manifesti nel settore finanziario sotto forma di squilibri e bolle e si andrà a materializzare solo durante la crisi sistemica. Gli autori propongono la misura denominata CoVaR per cercare di rispondere alle esigenze precedentemente citate.

Gli autori definiscono il  $CoVar_q^{ji}$  il VaR dell'istituzione j (oppure del sistema finanziario) condizionatamente ad un evento  $C(X^i)$  dell'istituzione i. Quindi, il

$CoVaR_q^{j|i}$  è implicitamente definito dal q-esimo quantile della distribuzione di probabilità congiunta:

$$\Pr\left(X^j \leq CoVaR_q^{j|C(X^i)} \mid C(X^i)\right) = q$$

Inoltre denotano il contributo della banca i alla banca j come:

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=Median^i}.$$

In maniera specifica gli autori si concentrano nell'evento condizionato  $\{X^i = VaR_q^i\}$ , ossia quando il rendimento del portafoglio di tutte le istituzioni finanziarie è al suo VaR. Il  $\Delta CoVaR_q^i$  denota la differenza tra il VaR del sistema finanziario condizionato allo stress di una particolare istituzione i ed il VaR del sistema finanziario condizionato allo stato mediano dell'istituzione i. Quindi, il  $CoVaR_q^{j|i}$  corrisponde al VaR dell'istituzione j condizionata dall'istituzione i quando si trova al suo VaR, permettendo di studiare le ripercussioni all'interno di una rete di istituzioni finanziarie. In aggiunta, il  $CoVaR_q^{j|system}$  indica quale istituzione sarebbe più a rischio quando si manifesta un evento di crisi. Il  $\Delta CoVaR_q^{j|system}$  indica l'aumento del VaR dell'istituzione j nell'ipotesi del manifestarsi di una crisi finanziaria. Gli autori denominano il  $\Delta CoVaR_q^{j|system}$  "exposure CoVaR" poiché misura l'estensione del VaR influenzata da una crisi sistemica. Gli stessi autori propongono anche un altro metodo per stimare il CoVaR in grado di catturare la variazione del CoVaR condizionata da alcune variabili di stato ritardate di un periodo, le quali non devono essere interpretate come fattori di rischio sistematici, ma come variabili che influenzano e modificano la media e la volatilità delle misure di rischio.

Viral Acharya, Lasse Pedersen, Thomas Philippon e Matthew Richardson, invece, studiano un modello teorico che si basa sul comune denominatore di

vari modelli di equilibrio generale basato su misure statistiche ben note alla letteratura economica di riferimento. Il modello sviluppato dagli autori si fonda su due assunzioni, la prima si riferisce alla circostanza che, l'eventuale fallimento delle istituzioni finanziarie, impone dei costi causati dalla presenza di creditori coperti da assicurazione e dalla possibilità di salvataggio ex-post; la seconda, invece, riguarda l'evenienza che la sotto-capitalizzazione delle banche produce delle esternalità negative che si estendono su tutta l'economia. Il modello esamina da un lato un numero di istituzioni finanziarie che stabiliscono quanto capitale devono raccogliere, basandosi sul profilo di rischio scelto per massimizzare il rendimento di mercato; dall'altro, il regolatore considera il risultato aggregato delle operazioni intraprese dalle banche, tenendo conto della perdita di ciascuna banca durante un fallimento bancario idiosincratico e le esternalità che si verificano in una crisi sistemica, cioè quando il capitale aggregato nel settore bancario è sufficientemente basso. Gli autori definiscono la systemic expected shortfall della banca  $i$ , come all'ammontare di capitale  $w_1^i$  minore del livello target, che è una funzione  $z$  degli asset  $a^i$ , nell'eventualità di una crisi sistemica quando il capitale aggregato del sistema bancario  $W_1$  è inferiore  $z$  volte le attività aggregate:

$$SES^i = E[za^i | W_1 < zA].$$

La condizione di sottocapitalizzazione del sistema bancario può essere evitata, secondo gli studiosi, se ogni banca riuscisse a mantenere il proprio capitale maggiore della  $z$ -esima frazione delle proprie attività, quindi, il capitale richiesto sarebbe una frazione  $z$  delle attività di tutte le banche.

Da una banca che ha un SES positivo, secondo Acharya et al., ci si attende che, la stessa, contribuirà, in futuro, ad una crisi sistemica poiché il livello del suo capitale risulta inferiore a quello richiesto.



Mediante l'utilizzo della distribuzione a legge di potenza, gli autori ottengono la seguente proposizione per definire la systemic expected shortfall:

$$\frac{SES^i}{w_0^i} = \frac{za^i - w_0^i}{w_0^i} + kMES_{5\%}^i + \Delta^i,$$

$$\text{dove } \Delta^i \equiv \frac{E[\phi^i | W_1 < zA] - k \times E[\phi^i | I_{5\%}]}{w_0^i} - \frac{(k-1)(f^i - b^i)}{w_0^i}.$$

Il modello implicito di misurazione del rischio sistemico, appena enunciato, è stato utilizzato dagli autori per quantificare sia il rischio sistemico durante la crisi del 2007-2009, che per verificarne la validità empirica. Lo scopo dell'analisi effettuata è stato quello di poter predire la systemic expected shortfall, attraverso l'utilizzo del valore del livello di indebitamento ed il MES.

Acharya et al. dividono la formula per la SES di ogni banca per l'ammontare di capitale netto iniziale  $w_0^i$ , al fine di controllare la dimensione dell'istituto, viene generata, pertanto, la seguente formula:

$$\frac{SES^i}{w_0^i} = \frac{za^i}{w_0^i} - 1 - E \left[ \frac{w_1^i}{w_0^i} - 1 \mid |W_1 < zA \right].$$

Nella prima parte  $\frac{za^i}{w_0^i} - 1$ , misura se il livello di indebitamento della banca  $i$  sia già troppo elevato. Una crisi sistemica si genera quando il capitale aggregato del settore bancario è  $z$  volte inferiore al totale delle attività, quindi il livello di indebitamento moltiplicato per  $z$  dovrebbe essere minore di 1; invece, quando si ha un valore positivo di  $\frac{za^i}{w_0^i} - 1$  la banca  $i$  si trova, già, sottocapitalizzata al tempo 0.

Il secondo termine dell'espressione rappresenta il rendimento del patrimonio netto e la somma di queste due parti determina se la banca sarà sottocapitalizzata, qualora ci sia una crisi sistemica.

Acharya et al. hanno utilizzato un livello di rischio del 5% per calcolare la marginal expected shortfall di ciascuna banca, calcolando la media del 5% dei rendimenti giornalieri peggiori registrati durante il periodo di crisi considerato:

$$MES_{5\%}^i = \frac{1}{\#giorni} \sum R_t^i,$$

dove con t si intende il numero dei giorni in cui l'istituzione i ha avuto le performance peggiori.

La seconda componente necessaria per il calcolo del contributo al rischio sistemico di ogni banca è il livello di indebitamento, che viene calcolato nel modo seguente:

$$LVG^b = \frac{v. cont. attività - v. cont. patrimonio netto + v. merc. patr. netto}{val. mercato del patrimonio netto}$$

I risultati ottenuti dall'analisi empirica dimostrano che sussiste una forte relazione tra il MES ed il rischio sistemico ed insieme al leverage riescono a prevedere il contributo al rischio sistemico di ciascuna banca, fornendo al regolatore delle utili informazioni per individuare le istituzioni finanziarie che potrebbero avere dei problemi durante una crisi sistemica, le quali dovrebbero essere tassate secondo il modello di Acharya et al., in modo da limitare il loro contributo al rischio sistemico.

Le recenti crisi finanziarie hanno prodotto un rinnovato interesse nella letteratura economica per l'importanza che il rischio sistemico riveste

nell'economia. Questo interesse scaturisce anche dall'importanza che le relazioni e le interconnessioni tra gli intermediari finanziari siano state un canale di propagazione del rischio sistemico.

Nel corso dell'ultimo decennio sono stati effettuati maggiori studi sulle connessioni e sui rapporti che sussistono tra gli istituti finanziari. Billio et al. (2012) propongono di misurare tali relazioni attraverso il modello di casualità alla Granger poiché, a differenza delle due misure di rischio precedentemente esposte nell'elaborato, esso presenta dei notevoli vantaggi. Un primo vantaggio si riferisce al fatto che le misure ottenibili, con questo test, permettono di rappresentare il grado di correlazione all'interno del sistema finanziario in modo incondizionato, cioè senza la necessità che ci siano degli eventi sistemici. Il modello permette inoltre di superare una serie di limitazioni dovute dalla disponibilità e dalla qualità delle serie storiche di istituzioni finanziarie che presentano, solo negli anni più recenti, un elevato grado di correlazione. Un altro aspetto positivo, per quanto concerne il modello di Billio et al., riguarda le capacità predittive del modello di casualità alla Granger, poiché mette in relazione i valori storici di una determinata variabile con i valori futuri di un'altra, consentendo anche di definire la direzione del legame tra le due variabili.

I test di casualità alla Granger sono delle analisi d'ipotesi statistiche utilizzate per individuare una relazione causale tra due variabili, basata sul reciproco potere previsionale delle serie storiche delle due variabili.

In presenza di un mercato finanziario efficiente, nel breve periodo, le variazioni dei prezzi delle azioni dovrebbero essere indipendenti dalle variazioni passate degli altri prezzi, poiché nel mercato non sono presenti asimmetrie informative. Nonostante quanto detto, qualora ci siano dei vincoli originati da obblighi regolamentari o altre frizioni nei mercati, come i costi di raccolta, vincoli in termini di VaR o costi di transazione, l'ipotesi di efficienza del mercato decade e

possono sussistere dei nessi causali tra le serie storiche dei prezzi delle diverse istituzioni.

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 prevedere in modo migliore l'andamento di  $i$  rispetto a quanto si possa ottenere solamente utilizzando i dati storici di  $i$  stessa.

L'esposizione formale di questa relazione si basa sulla regressione lineare dei rendimenti sui valori passati delle serie storiche  $j$  ed  $i$ :

$$\begin{aligned}R_{t+1}^i &= \alpha^i R_t^i + \beta^{ij} R_t^j + \varepsilon_{t+1}^i \\R_{t+1}^j &= \alpha^j R_t^j + \beta^{ji} R_t^i + \varepsilon_{t+1}^j\end{aligned}$$

dove  $R_{t+1}^i$  e  $R_{t+1}^j$  si riferiscono ai rendimenti delle due istituzioni finanziarie,  $\varepsilon_{t+1}^i$  e  $\varepsilon_{t+1}^j$  rappresentano due processi white noise non correlati, e  $\alpha^i$ ,  $\alpha^j$ ,  $\beta^{ij}$ ,  $\beta^{ji}$  sono i coefficienti del modello.

Per poter affermare che sussista una casualità, nel senso di Granger, è necessario che  $\beta^{ij}$  e  $\beta^{ji}$  non siano contemporaneamente nulli. Nel caso in cui se  $\beta^{ji}$  è diverso da zero e  $\beta^{ij}$  è nullo si ottiene come risultato che la serie  $j$  Granger causa la serie  $i$ , o viceversa. Se entrambi i coefficienti non sono nulli le due serie storiche si influenzano reciprocamente.

## Analisi empirica

La misurazione del rischio sistemico è un tema molto rilevante date le recenti crisi finanziarie. Una sua corretta valutazione, permetterebbe agli intermediari finanziari di poter compiere un progresso nella stima e nella gestione di tale rischio. Ciò consentirebbe, in aggiunta, alle autorità di vigilanza del settore finanziario, di possedere uno strumento aggiuntivo per il contenimento del rischio sistemico. Dopo aver definito il rischio sistemico e le possibili determinanti, ed aver introdotto e spiegato le principali misure di rischio si procede con una breve spiegazione delle due crisi studiate nell'analisi parametrica. In seguito, verrà valutata la consistenza di queste metriche ed il potere predittivo delle stesse.

Il primo orizzonte temporale analizzato è quello riferito alla crisi dei mutui subprime negli Stati Uniti. Agli inizi del 2007 gli Stati Uniti subirono la peggior crisi finanziaria dopo quella del 1929, che si propagò rapidamente anche negli altri paesi e dai mercati finanziari arrivò all'economia reale.

Un punto di partenza naturale, per poter spiegare la crisi, deriva dalle vicende scaturite dal mercato immobiliare statunitense. Nell'arco temporale tra il 2000 ed il 2006, infatti, ci fu un rilevante aumento dei prestiti erogati dalle istituzioni finanziarie per investimenti immobiliari poiché, i prezzi degli immobili, in questo periodo, salirono molto più rapidamente rispetto al passato. Il livello molto basso dei tassi di interesse tra il 2002 ed il 2005 diede un grande contributo a tale aumento ma, la bolla dei prezzi degli immobili fu causata principalmente dalle sconosciute pratiche bancarie, elaborate dagli istituti, relative alla deliberazione delle concessioni dei prestiti immobiliari.

I prestatori di fondi iniziarono ad abbassare i loro standard di concessione di credito dagli anni 2000, e questo permise a molte famiglie, che precedentemente non avevano i requisiti per chiedere un prestito, di poter accedere ad un finanziamento e di acquistare una casa. Fu così che le famiglie

fecero aumentare la domanda nel settore del *real estate* ed i prezzi di conseguenza salirono. Le imprese che erogarono i mutui, in molti casi, non li tenevano nei loro bilanci, ma emettevano portafogli di mutui da rivendere nel mercato finanziario, questo processo è denominato *cartolarizzazione*. Quando i mutui vennero cartolarizzati i compratori di questi prodotti non erano interessati a troppe informazioni riguardo la bontà di ciò che stavano comprando ma, focalizzarono la loro attenzione solo sul valore del rapporto tra l'importo del mutuo ed il valore di mercato dell'immobile (*loan-to-value-ratio*) ed il *FICO*<sup>46</sup> *credit score*, che risultavano di dubbia qualità. Quando scoppiò la bolla immobiliare banche come Citigroup, UBS e Merrill Lynch subirono ingenti perdite, Lehman Brothers fallì il 15 settembre 2008 e nello stesso giorno l'indice Dow Jones chiuse con un ribasso di 500 punti base concretizzandosi nella più grande caduta di valore dopo quella successiva agli attacchi terroristici dell'11 settembre del 2001.

Questi eventi crearono ingenti perdite ai grandi gruppi bancari americani ed anche le banche europee furono fortemente colpite sia dalle loro consociate statunitensi che dalla svalutazione, dovuta alla crisi dei mutui sub-prime e dei titoli cartolarizzati, precedentemente esposti.

Il secondo periodo analizzato si riferisce alla crisi del debito sovrano avuta in Europa. Una conseguenza della crisi avvenuta nel -2007-2009- è stata quella di creare una congiuntura economica negativa per gli stati europei dando vita ad un periodo di grande recessione. Questa difficoltà si è riflessa nel settore bancario, generando grandi perdite di capitale per lo stesso. Come conseguenza di ciò ed a causa del forte legame che unisce la sopravvivenza

---

<sup>46</sup> Il FICO score è un indicatore di qualità creditizia sviluppato da Fair Isaac Corporation, il l'utilizzo è molto diffuso nella concessione dei mutui ed il valore è un numero che varia tra 300 e 850.

degli istituti di credito e la stabilità finanziaria dell'economia, la maggior parte dei Governi degli stati europei è dovuta intervenire per salvare alcune banche nazionali che avevano emesso avventati prestiti di ricapitalizzazione. Nel gennaio 2009, un gruppo di 10 banche dell'Europa centrale e orientale aveva già chiesto un salvataggio.

Gli stati Europei periferici, Grecia, Spagna, Irlanda, Portogallo e Cipro non sono stati in grado né di rimborsare o rifinanziare il proprio debito pubblico, né di proteggere le loro principali banche senza l'assistenza di terzi, come la Banca Centrale Europea (BCE), il Fondo Monetario Internazionale (FMI) e il Fondo Europeo di stabilità finanziaria (EFSF). Durante questa crisi, molti di questi paesi, tra cui la Grecia, il Portogallo e l'Irlanda, si sono visti declassare in misura rilevante dalle agenzie di rating il loro debito sovrano, innescando una vendita dei loro titoli detenuti dagli investitori avversi al rischio, incrementando così i timori di default degli stati sovrani.

Questi difficili sviluppi nel 2010 si rifletterono nel mercato, con l'aumento dello spread sui rendimenti obbligazionari sovrani tra gli Stati membri periferici, rispetto alla quotazione degli stessi emessi dalla Germania, i cui titoli furono considerati poco rischiosi. La preoccupazione che le difficoltà di raccolta da parte delle banche, prodotte dalla crisi del debito sovrano, si trasformassero in una significativa contrazione del credito all'economia con degli effetti destabilizzanti sul quadro macroeconomico e finanziario ha portato la Banca Centrale Europea ad attuare una serie di operazioni straordinarie; come due operazioni di rifinanziamento, di durata triennale, denominate LTRO (*Longer Term Refinancing Operation*) dove con la prima, effettuata il 21 dicembre 2011, sono stati immessi nel mercato 489 miliardi di euro a 523 enti creditizi. La seconda operazione è stata attuata il 29 febbraio 2012 con l'immissione di 530 miliardi di euro per 800 istituti bancari. Un'altra operazione straordinaria emanata dalla BCE è stata quella di ridurre il coefficiente di riserva obbligatoria

dal 2% all'1%, generando delle riserve libere per un ammontare pari a 100 miliardi di euro, oltre all'espansione delle attività stanziabili a garanzia delle operazioni di rifinanziamento.

Il calcolo delle tre misure di rischio sistemico è stato effettuato nei due periodi di crisi precedentemente detti, individuando relativamente al primo periodo, come momento chiave della crisi dei mutui sub-prime avuta nel quarto trimestre del 2008, coincidente con il fallimento di Lehman Brothers; come secondo periodo l'intervallo temporale di riferimento per la crisi del debito sovrano, è stato individuato il quarto trimestre del 2011, poiché in questo periodo sono iniziate le misure straordinarie di iniezione di liquidità da parte della Banca Centrale Europea.

Questa ricerca ha analizzato un campione di 51 banche europee considerate di rilevanza sistemica e, quindi, oggetto di studio per osservare la loro esposizione ed il loro contributo al rischio sistemico.

Nella tabella 3.1, presente nell'elaborato, si possono leggere l'elenco di banche che hanno costituito il campione dell'analisi, insieme al ticker identificativo utilizzato da Bloomberg, che sarà utilizzato anche nel proseguo della trattazione, alla nazione di appartenenza ed alla data iniziale e finale delle serie storiche dei dati raccolti. I dati per effettuare il calcolo delle misure di rischio sistemico sono stati estrapolati dalle piattaforme Bloomberg e Datastream Reuters, ed è stato utilizzato il programma Python, dove nell'allegato 1 si possono trovare i codici sorgente per il calcolo delle varie misure di rischio sistemico. Per il calcolo del CoVaR condizionato dalle variabili di stato, che sono state estrapolate lungo il periodo che inizia il 6 Gennaio del 2004 e trova il termine con il 25 Novembre del 2016 per un totale di 3287 osservazioni, la tabella 3.3 che si osserva nel trattato evidenzia le principali statistiche descrittive. L'indice VSTOXX, estratto attraverso la piattaforma Bloomberg, è



basato sui prezzi delle opzioni di EURO STOXX 50 ed è stato progettato per riflettere le aspettative sulla volatilità, sia a breve che a lungo termine, misurate in un preciso momento, attraverso la radice quadrata della varianza implicita di tutte le opzioni. Per il calcolo dello spread di liquidità ci si è serviti del rendimento del titolo del tesoro tedesco a tre mesi, estratto da Bloomberg, mentre, come tasso per le operazioni pronto contro termine è stato utilizzato il valore dell'Euribor, estratto da Datastream. Per calcolare la variazione della curva dei rendimenti è stato impiegato il tasso sui titoli di stato tedeschi a dieci anni, ottenuto da Datastream. Il rendimento del mercato azionario si è basato sull'indice STOXX Europe 600, che contiene un numero fisso di 600 azioni a bassa, media ed alta capitalizzazione di 18 paesi Europei, ottenuto da Bloomberg. Infine, per il calcolo del Credit Spread è stato utilizzato il titolo FIGIBDI:LX, estratto anch'esso da Bloomberg. Inizialmente è stato costruito un portafoglio composto da tutte le banche presenti nel campione, in seguito è stato calcolato il rendimento del relativo portafoglio ponderando il rendimento di ciascuna banca per il valore di mercato delle sue attività rispetto al valore di mercato delle attività del portafoglio stesso. In tal modo si è costruito un portafoglio rappresentativo del settore bancario europeo, necessario per il calcolo delle varie misure di rischio. La stima dei VaR e dei CoVaR è stata eseguita attraverso la regressione quantilica. Seguendo quanto suggerisce Sedunov (2016), i dati per il calcolo di queste due misure sono stati recuperati nel corso dei due anni precedenti gli eventi sistemici, con la convinzione che le determinanti del rischio sistemico variano nel corso del tempo, di conseguenza varia anche l'esposizione di ogni istituzione al rischio sistemico. Attraverso questa modifica, il  $\Delta CoVaR$  potrebbe essere usato per determinare direttamente il grado di esposizione al rischio sistemico di ciascun istituto di credito in un preciso istante. Nella tabella A dell'allegato 2 si trovano i risultati del CoVaR incondizionato, del VaR all'1% ed al 5%, del  $\Delta CoVaR$  all'1% ed il beta,

necessario per il calcolo del  $\Delta CoVaR$ , appartenenti a ciascuna banca presente nel campione. Da tale prospetto, si evince che gli intermediari finanziari che hanno un CoVaR maggiore, ovvero il VaR di un'istituzione condizionato al VaR all'1% del portafoglio costruito precedentemente, risultano essere: UBS (-45,9%), Banco Santander (-30,3%) ed il Credito Valtellinese (-30%). Allo stesso tempo, le istituzioni che hanno registrato un CoVaR minore, quindi coloro che hanno subito minori perdite rispetto alla media del settore, sono ING Groep (-4,95%), Deutsche Postbank (-6,38%) e Commerzbank (-6,4%).

Le imprese che hanno prodotto un maggiore contributo al rischio sistemico, riassunto dal valore del  $\Delta CoVaR$  all'1%, calcolato come la differenza tra il VaR del sistema finanziario quando l'istituzione si trova in difficoltà (nel peggior 1% dei rendimenti dell'attivo) ed il VaR del sistema finanziario quando l'istituzione si trova al suo stato normale, sono: UBS (-34,96%), Raiffesen Bank (-22,41%) e Banco Santander (-21,31%). Le banche, invece, che hanno mostrato il minore contributo al rischio sistemico, rispetto alle altre istituzioni finanziarie appartenenti al campione, sono Allied Irish Bank (8,53%), Bank of Ireland (8,53%) e BKS Bank (8,14%).

Nella tabella B dell'allegato 2 sono presenti i risultati dei calcoli effettuati per ottenere il CoVaR condizionato dalle variabili di stato ritardate di un periodo ed il rispettivo  $\Delta CoVaR$ . L'utilizzo delle variabili di stato permette di comprendere se queste ultime hanno influenzato le istituzioni e quale sia la direzione di questa influenza, che può variare per ogni istituto di credito. Le istituzioni che hanno registrato un CoVaR maggiormente negativo sono state KBC Groep (-22,64%), Banco Santander (-16,98%), Deutsche Bank (-14,84%) e Danske Bank (-14,84%).

Nel campione analizzato le banche che hanno registrato un CoVaR positivo e, quindi, non sono state colpite dalla sofferenza del portafoglio sono Banca Popolare dell'Etruria e del Lazio (92,90%), Banco BPI (25,97%) e Svenska

Handelsbanken (7,51%). Gli istituti di credito che mostrano di aver contribuito in maniera maggiore al rischio sistemico, grazie all'osservazione del  $\Delta CoVaR$ , sono Banco Santander (-15,89%), Danske Bank (-15,40%) e Deutsche Bank (-14,84%). Le banche che, invece, hanno contribuito in maniera minore al rischio sistemico sono state Banca Popolare dell'Etruria e del Lazio (77,52%), Banco BPI (14,07%) e Commerzbank (9,52%).

L'analisi svolta per il calcolo del CoVaR e del  $\Delta CoVaR$  all'1% riguardo la crisi del debito sovrano è stata effettuata lungo un arco temporale che inizia il quarto trimestre del 2009 e si conclude il quarto trimestre del 2011. La scelta di questo periodo risale alla convinzione che l'apice di tale crisi corrisponda con l'inizio delle manovre straordinarie da parte della Banca Centrale Europea, mediante l'immissione di liquidità con le LTRO, avvenute a dicembre 2011. La metodologia applicata è la medesima. Nella tabella C dell'allegato 2 si trovano le stime effettuate su questo ultimo campione di banche per il CoVaR incondizionato e del rispettivo  $\Delta CoVaR$ . Gli istituti di credito che risultano avere un CoVaR maggiormente negativo rispetto alla media sono Banco Sabadell (-39,01%), Comdirect Bank (-34,18%) e Mediobanca (-33,24%). Le banche che hanno registrato un CoVaR migliore risultano essere Oberbank (0,66%), HSBC Trinkaus e Burkhardt (0,35%) e Dexia Bank (-0,20%). Gli istituti finanziari che emergono per aver prodotto un maggiore contributo al rischio sistemico, attraverso l'osservazione del  $\Delta CoVaR$ , sono Comdirect Bank (-26,85%), Deutsche Postbank (-21,53%) e Banco Sabadell (-20,67%). Le banche che hanno contribuito in misura minore al rischio sistemico sono le seguenti: Bank Fier Tirol (31,45%), Banco Desio (12,91%) e BNP Paribas (11,63%). Nella tabella D, invece, si possono osservare i risultati per le stime del CoVaR condizionato e del  $\Delta CoVaR$  all'1% eseguiti utilizzando le variabili di stato esposte precedentemente. Gli istituti di credito che hanno registrato un CoVaR

maggiormente negativo e che sono stati colpiti più violentemente dalla crisi del debito sovrano degli stati periferici dell'Europa sono Banca Popolare di Milano (-34,67%), Oberbank (-31,68%), e Banco Desio (-31,58%). Le banche che hanno sofferto in modo relativamente minore, rispetto alla media, risultano essere HSBC Trinkaus e Burkhardt (-11,60%), Banco Sabadell (-13,33%) e Comdirect Bank (-15,38%). Osservando il  $\Delta CoVaR$  all'1% si può notare come i maggiori gruppi bancari che hanno contribuito alla creazione del rischio sistemico siano ING Groep (-34,17%), Eurobank Ergasia (-32,84%) e Bank of Cyprus (-15,38%). Gli intermediari finanziari che hanno contribuito in misura minore al rischio sistemico, invece, sono Unicredit Group (24,64%), Banco Comercial Portugues (14,70%) e Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (14,70%). Un'importante considerazione che si può cogliere mediante la lettura di queste tabelle è che la crisi del debito sovrano abbia colpito maggiormente il campione di banche europee.

Mediante la metodologia elaborata da Acharya et al (2010), si può quantificare il livello di sottocapitalizzazione delle singole istituzioni finanziarie, permettendo così di esaminare il livello di capitalizzazione del mercato aggregando le varie misure in un portafoglio unico.

Per poter calcolare la Systemic Expected Shortfall si deve prima ottenere la Realized Expected Shortfall, ovvero la perdita occorsa dalle banche durante il periodo di crisi analizzato ottenuta calcolando il rispettivo rendimento periodale nel seguente modo:

$$RSES = \frac{P_t^i}{P_{t-1}^i} - 1.$$

Acharya et al. (2010) sostengono che la SES dipenda da due variabili molto importanti: il livello di indebitamento e la Marginal Expected Shortfall (MES). La

prima variabile è importante poiché il leverage di ogni singola istituzione bancaria, registrato prima della crisi, possa influire sulla performance durante un evento sistemico. A maggiori livelli di indebitamento corrisponderà un ammontare maggiore di capitale da destinare ai creditori in un momento di difficoltà finanziaria del mercato. La seconda variabile da considerare è la MES che corrisponde alla perdita marginale attesa di ogni banca che si manifesta quando il mercato ha registrato i rendimenti peggiori. Per livelli maggiori di questa variabile si attenderà una maggiore esposizione alla riduzione dei rendimenti di mercato.

Le banche prese in analisi sono quelle enunciate nella tabella 3.1 insieme ai valori di bilancio, ai prezzi giornalieri e alle altre informazioni necessarie per il calcolo della misura di rischio, che sono state estratte da Bloomberg. L'analisi viene divisa in modo analogo a quella del CoVaR nei due periodi di crisi sistemica.

Nella tabella E dell'allegato 2, rappresentativa la crisi sistemica statunitense, si possono trovare i valori della RSES, del leverage, del MES al 5% e del SES, calcolato attraverso un'analisi di regressione lineare, dove la variabile dipendente è la RSES e le variabili indipendenti sono il leverage ed il MES. La regressione mostra dei buoni poteri predittivi, infatti, possiede un R-squared pari a 90,2% ed un adjusted R-squared pari a 89,8%, riuscendo a spiegare la maggior parte della variazione del RSES mediante le due variabili indipendenti. L'orizzonte temporale considerato va dal quarto trimestre del 2006 fino al quarto trimestre del 2008. La Systemic Expected Shortfall del portafoglio bancario, calcolata sommando i valori di SES di ciascuna banca, ponderati per il valore di mercato delle attività di ciascuna, rispetto al valore di mercato totale del portafoglio, risulta essere molto negativa (-65,76%); denotando una perdita media di capitale da parte delle banche maggiore della metà del capitale detenuto da queste ultime. Gli istituti di credito che hanno registrato le perdite

più elevate durante la crisi dei mutui sub-prime risultano essere Bank of Ireland (-93,82%), Allied Irish Bank (-90,86%) e Natixis (-90,42%). Le banche che, invece, hanno registrato dei rendimenti positivi sono Oberbank (27,5%), BKS Bank (14,64%) ed Alandsbanken (6,41%). Gli intermediari finanziari, che hanno operato in questo periodo con elevati livelli di leverage, calcolato come il rapporto tra il valore di mercato delle attività detenute dalle banche ed il valore di mercato del patrimonio netto di esse, sono UBS (56,11), Barclays (54,42), Deutsche Bank e Danske Bank (entrambe con un valore pari a 52,10). Le banche che presentano un livello di indebitamento non eccessivo, durante questo arco temporale, sono Banca Carige (9,08), Banco BPI (8,89) e Mediobanca (8,16).

Nella tabella F dell'allegato 2, invece, sono rappresentati i risultati, per le stesse misure della tabella E, dell'analisi compiuta durante la crisi del debito sovrano in Europa e si è considerato l'orizzonte temporale che inizia dal quarto trimestre del 2009 e si conclude con il quarto trimestre del 2011. La regressione mostra dei buoni poteri predittivi, infatti, possiede un R-squared pari a 89,4% ed un adjusted R-squared pari a 89%, spiegando la maggior parte della variazione del RSES tramite i due regressori. La RSES del portafoglio bancario risulta, anche in questa occasione, significativamente negativa (-47,93%), anche se minore rispetto alla perdita registrata durante la crisi dei mutui sub-prime. Gli istituti di credito che denotano una maggiore perdita risultano essere Allied Irish Bank (-97,46%), Piraeus Bank (-96,17%) ed Alpha Bank (-96,15%). Gli istituti di credito che hanno ottenuto un rendimento positivo sono Comdirect Bank (10,24%), Oberbank (9,66%) e Bank Fuer Tirol (6,45%). Per quanto riguarda il livello di indebitamento, gli intermediari finanziari che hanno operato un elevato leverage rispetto alla media sono Dexia Bank (72,35%), Commerzbank (71,89), Deutsche Bank e Danske Bank (entrambe con un valore di 43,03), invece, le

banche che hanno registrato un leverage molto inferiore rispetto alla media risultano essere BKS Bank (10,73), Banca Carige (10,54) e Banco BPI (10,29). Dall'analisi delle tabelle E ed F si può notare come il livello di indebitamento di ogni singola banca abbia una relazione con il rispettivo RSES e come le stime del SES, per ogni banca, siano uno strumento consistente nel misurare la sottocapitalizzazione del mercato.

La terza misura del rischio sistemico, calcolata nel presente elaborato, è il test di causalità alla Granger, ottenuta applicando la metodologia suggerita da Billio et al. (2012) e spiegata nel secondo capitolo dell'elaborato. Un vantaggio significativo, che si ottiene mediante l'applicazione di questa metodologia, consiste nel calcolare il grado delle interconnessioni all'interno del sistema finanziario in modo incondizionato, cioè senza la necessità che si verifichi un evento sistemico. Per poter determinare se le serie storiche di una banca possono causare, nel senso di Granger, un'altra istituzione è stato applicato un grado di significatività statistica dell'1%. Nella tabella G dell'allegato 2 si trovano i risultati del numero di interconnessioni presenti per ciascun intermediario finanziario, indicato attraverso il ticker identificativo usato nella tabella 3.1. Durante la crisi dei mutui sub-prime nel mercato statunitense la banca che ha registrato più interconnessioni è stata Unicredit Group (25 interconnessioni), seguita da Bankinter (22 interconnessioni) e Alandsbanken (21 interconnessioni). Nel corso della crisi del debito sovrano intercorsa in Europa, invece, gli istituti di credito che hanno mostrato più relazioni con le altre banche sono stati Comdirect Bank (29 interconnessioni), Deutsche Postbank (23 interconnessioni) e Credito Emiliano (22 interconnessioni).

Dopo aver valutato la consistenza delle misure di rischio sistemico si è proseguito con la valutazione del potere predittivo di ciascuna misura, in modo

da poter analizzare quale tra le metriche presentate risulti avere i maggiori poteri predittivi.

Per effettuare lo studio suddetto è stata compiuta, in primo luogo, un'analisi di regressione lineare, nella quale la variabile dipendente è la variazione del valore di mercato delle attività del portafoglio (*Delta MVA*), rappresentativo il campione di banche europee analizzato. Come variabili indipendenti sono state inserite il CoVaR incondizionato e condizionato dalle variabili di stato, il SES e le connessioni medie del portafoglio risultanti dai calcoli effettuati nell'elaborato. Il campione dei dati disponibili per effettuare la regressione è stato limitato ad un arco temporale massimo di quindici trimestri, poiché si vuole ottenere una misura di rischio reattiva e dinamica rispetto alle possibili evoluzioni del mercato, visto che l'utilizzo di un orizzonte temporale più lungo danneggerebbe questo obiettivo. L'analisi si è basata sulla previsione della crisi del debito sovrano utilizzando come training set di dati, ovvero i dati necessari per effettuare la regressione, lungo un arco temporale che inizia il primo trimestre del 2007 e trova come termine con il primo trimestre del 2011; in questo campione di dati vengono presentate le informazioni che riguardano la crisi dei mutui sub-prime, con l'obiettivo di osservare se fosse stato possibile prevedere la successiva crisi del debito sovrano in Europa.

I risultati della regressione rilevati nella tabella H, evidenziano una significatività statistica per il coefficiente del SES pari al 5%, per il coefficiente del CoVaR, condizionato dalle variabili di stato, pari al 6%, mentre, per le interconnessioni medie ed il CoVaR non condizionato non si evidenzia alcuna significatività statistica. In questa analisi, il SES ed il CoVaR condizionato risultano dei migliori predittori rispetto alle altre due misure di rischio sistemico analizzate, per quanto riguarda la stima della variazione del valore delle attività di mercato del portafoglio. Nonostante ciò, una relazione lineare tra queste variabili non sembra essere la giusta approssimazione, poiché i risultati della regressione



non riescono a spiegare la maggior parte delle variazioni. Infatti, la regressione calcolata possiede un R-squared pari al 49,9% ed un adjusted R-squared pari a 29,8%.

Dopo aver portato a termine questa ricerca, non ci si può ritenere soddisfatti dei risultati poiché il modello elaborato, per stimare le variazioni del valore delle attività di mercato del portafoglio, non è riuscito a prevedere in modo efficiente ed efficace le future variazioni. Quindi, si è proseguita l'analisi con l'intento di ricercare una possibile relazione non lineare tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti. Si è analizzato, pertanto, se possa esistere una relazione quadratica tra tali misure, applicando lo stesso orizzonte temporale dell'analisi precedente. Dai risultati che si trovano nella tabella I si può evincere che una relazione quadratica tra queste variabili sembra essere una migliore approssimazione rispetto ad una relazione lineare; infatti, la regressione quadratica possiede un R-squared pari a 95,1% ed un adjusted R-squared pari a 88,6%. Il CoVaR possiede una significatività statistica dell'1%, un risultato nettamente migliore rispetto all'analisi precedente, mentre, le altre misure di rischio in questo modello non risultano avere alcuna significatività statistica.

## **Conclusioni**

L'obiettivo dell'elaborato è stato quello di fornire un contributo alla letteratura economica di riferimento, oltre che alle autorità regolamentari in ambito macro-prudenziale, attraverso un'analisi parametrica delle tre misure di rischio sistemico applicate ad un campione di banche europee. Nel corso dell'analisi si è, in primo luogo, valutata la consistenza delle varie misure di rischio, applicandole a due periodi di crisi differenti, quali la crisi dei mutui sub-prime degli Stati Uniti e la crisi del debito sovrano avvenuta in Europa. Il calcolo di tali indicatori è stato effettuato mediante l'utilizzo dei dati estratti dalle piattaforme

Bloomberg e Datastream. Ciascuna misura è stata impiegata considerando un campione di 51 banche Europee, ed ha mostrato di essere valida per inquadrare il rischio sistemico, poiché i risultati ottenuti evidenziano una chiara relazione tra le misure utilizzate e gli eventi sistemici analizzati. Dopo aver analizzato quanto suddetto ed aver constatato che tutte e tre le misure sono coerenti e forniscono delle rilevanti informazioni, è stata effettuata un'analisi del potere predittivo delle metriche rilevate. Quindi, al fine di stimare la variazione del valore di mercato delle attività del portafoglio rappresentativo il campione di banche analizzate, durante la crisi del debito sovrano, è stato prodotto, un modello formato dalle tre misure sopra citate, utilizzando i dati raccolti nei quindici trimestri precedenti la crisi esaminata. Viste le recenti e veloci evoluzioni, lo scopo di usare un limitato campione di dati si basa sulla necessità di avere una misura di rischio sistemico reattiva ai rapidi cambiamenti dell'economia. Inizialmente si è esaminata l'eventuale sussistenza di una relazione lineare tra la variabile indipendente ed i rispettivi regressori. L'analisi ha fornito dei risultati non eccelsi, poiché il modello, così costruito, riusciva a spiegare meno della metà della variazione del valore di mercato delle attività del portafoglio; si è composto, quindi, un modello con una relazione quadratica tra le variabili prese in analisi.

I risultati di quest'ultimo procedimento hanno evidenziato dei notevoli miglioramenti sulla predizione della variazione del valore delle attività delle banche prese in esame. Infatti, il CoVaR, condizionato dalle variabili di stato, utilizzato nel modello, come variabile indipendente, ha evidenziato una significatività statistica dell'1%, mentre, le altre misure di rischio sistemico non si sono rivelate dei buoni predittori.

Il vantaggio principale nell'utilizzo del CoVaR, rispetto alle altre misure di rischio sistemico, consiste nel poter valutare il contributo che ciascuna banca apporta al rischio sistemico e non quello di misurare esclusivamente il rischio specifico

di ogni banca. Un'altra caratteristica di notevole importanza si individua nella flessibilità di tale misura, ossia eseguendo un condizionamento inverso, che valuta la massima perdita potenziale dell'intermediario finanziario, nel periodo in cui l'intero sistema finanziario si trova in difficoltà.

Tuttavia, il CoVaR presenta anche degli svantaggi rappresentati, in primo luogo, dalla necessità di utilizzare i dati di bilancio, che potrebbero non essere continuamente e facilmente reperibili, e, in secondo luogo, dalla selezione delle variabili impiegate per prevedere il rischio sistemico, infatti le stesse potrebbero non essere sufficienti per la stima del rischio, pertanto dovrebbero essere integrate con altre variabili utili per eseguire una stima più accurata ed approfondita.

Per i motivi sopra esposti le misure presentano sia punti di debolezza che punti di forza: è stato constatato che non sussiste una sola misura per la valutazione del rischio sistemico, ma ne esistono molteplici che possono essere applicate a diverse circostanze. Annettendo, pertanto, più misure di rischio si potrebbero ottenere risultati più precisi e puntuali, riuscendo in tal modo ad integrare il rischio sistemico agli altri rischi presi in considerazione dagli intermediari finanziari. Inoltre, è stato analizzato che, per attuare delle corrette procedure per la mitigazione e la gestione del rischio sistemico, le autorità di vigilanza dovrebbero continuare a seguire il percorso intrapreso attraverso la costituzione del CERS. L'elaborato ha, quindi, come fine ultimo sia offrire una maggiore familiarità al concetto di rischio sistemico ed alla corretta gestione dello stesso, sia l'ottenimento della stabilità e del corretto funzionamento del sistema finanziario.