



***Dipartimento di Economia e Finanza***

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

**IL RISCHIO DI LIQUIDITA' SISTEMICO  
NELLE BANCHE EUROPEE**

RELATORE

Prof. Domenico Curcio

CANDIDATO

Elia Bernacchini

Matr. 653231

CORRELATORE

Prof. Nicola Borri

Anno Accademico 2013/2014

## **Indice**

<b>Capitolo 1 – Il rischio di liquidità</b> .....	<b>2</b>
1.1 – Introduzione .....	2
1.2 – Le due tipologie di rischio di liquidità .....	5
1.3 – Il rischio di liquidità sistemico .....	11
1.4 – La regolamentazione in vigore .....	19
<b>Capitolo 2 – Analisi della letteratura</b> .....	<b>25</b>
<b>Capitolo 3 – L’indice del rischio di liquidità sistemico</b> .....	<b>45</b>
3.1 – La costruzione dell’indice .....	45
3.2 – La valutazione dell’indice .....	56
3.3 – Conclusioni .....	76
<b>Bibliografia</b> .....	<b>79</b>
<b>Appendice</b> .....	<b>84</b>

## **Capitolo 1 – Il rischio di liquidità**

### **1.1 – Introduzione**

La crisi finanziaria globale del 2007 ha fatto emergere chiaramente l'importanza del rischio di liquidità per tutte le istituzioni finanziarie. Si sono susseguiti, infatti, provvedimenti e raccomandazioni da parte dei principali regolatori del mercato con un comune obiettivo di fondo: evitare ulteriori crisi di liquidità. La liquidità ricopre un ruolo fondamentale in qualsiasi ambito dell'attività finanziaria e dell'attività economica in generale, infatti il mancato funzionamento del mercato della liquidità è stato uno dei principali fattori che hanno permesso la trasmissione della crisi al settore reale. Tale importanza deriva direttamente dall'attività svolta dagli intermediari finanziari, che è ormai indispensabile per il sistema economico.

Il provvedimento post crisi più imponente è stato sicuramente l'introduzione di un nuovo sistema di norme, denominato Basilea III<sup>1</sup>, da parte del Comitato di Basilea per la Vigilanza Bancaria. Questo, oltre ad altre norme, impone a tutte le istituzioni finanziarie il rispetto di soglie minime su due nuovi indici di liquidità, focalizzati su aspetti diversi poiché basati su orizzonti temporali diversi, che sono il Liquidity Coverage Ratio (LCR) e il Net Stable Funding Ratio (NSFR).

Sebbene vari studi, concentrati maggiormente sul NSFR, dimostrano l'efficacia di questi indici nel ridurre l'esposizione al rischio di liquidità delle banche, questi fanno attenzione alla sola parte idiosincratICA del rischio, mentre nessun provvedimento regolamentare è stato preso per misurare e ridurre anche la componente sistemica dello stesso.

---

<sup>1</sup> Cfr. BCBS (2010)

La crisi finanziaria globale prende avvio da situazioni di tensione per alcuni operatori che, grazie all'effetto contagio, si sono poi estese in tutto il mercato provocando una crisi di liquidità sistemica, definita dal congelamento dei mercati monetari. In altre parole, durante la crisi gli operatori hanno perso fiducia nel sistema e hanno smesso di operare nei mercati, rendendo impossibile reperire liquidità a prezzi competitivi.

Il rischio di liquidità sistemico appare quindi centrale perché colpisce il sistema nel complesso e solo un massiccio intervento di sostegno da parte delle autorità pubbliche, stati o banche centrali, può aiutare a superare un eventuale crisi. È emersa quindi la necessità di sviluppare indicatori specifici che siano in grado, non tanto di prevedere eventuali crisi ma almeno di segnalare il grado di liquidità del sistema in un determinato momento, come suggerito dal Fondo Monetario Internazionale già nell'ottobre 2010 nel "Global Financial Stability Report"<sup>2</sup>.

Nel tentativo di colmare tale gap regolamentare, vari studiosi hanno proposto diverse misure del rischio di liquidità sistemico guardando a diverse caratteristiche degli operatori e dei mercati. Va segnalato che non esiste una misura più corretta delle altre, ma tutte hanno i rispettivi pregi e difetti. Le motivazioni di ciò vanno ricercate nella difficoltà di aggregazione di più mercati e nell'impossibilità di costruire un indice onnicomprensivo.

Tra le varie misure proposte, il Systemic Liquidity Risk Index<sup>3</sup> di Tiago Severo merita, però, particolare attenzione. L'economista del Fondo Monetario Internazionale all'interno dell'articolo "Measuring Systemic Liquidity Risk and the Cost of Liquidity Insurance" sviluppa tale indice e quindi suggerisce un metodo

---

<sup>2</sup> Cfr. GFSR (2010)

<sup>3</sup> Cfr. Severo (2012)

per valorizzare il contributo di ogni banca a tale rischio sistemico, con l'obiettivo di definire un meccanismo simile ad una copertura assicurativa tra banche e autorità pubblica per condividere il costo sociale di un eventuale salvataggio pubblico in caso di crisi.

L'indice di liquidità sistemico viene ricavato dall'aggregazione, attraverso l'analisi dei componenti principali (PCA), delle serie storiche delle violazioni di quattro importanti tipologie di arbitraggio sui mercati finanziari mondiali, basandosi sull'assunzione che la possibilità di ottenere un profitto privo di rischio è segnale di scarsa liquidità sul mercato.

Anche se ad un primo impatto potrebbe risultare complesso, tale indice si rivela invece un buon compromesso tra semplicità, chiarezza e rappresentatività e quindi facile da comprendere e calcolare. Inoltre, come vedremo nell'applicazione pratica, il suo andamento individua in maniera adeguata i momenti di maggiore tensione sui mercati durante la crisi finanziaria globale.

La soluzione proposta da Severo viene però riesaminata con occhio critico da Gianfranco Gianfelice, Giuseppe Marotta e Costanza Torricelli<sup>4</sup> i quali calcolano un indice di liquidità sistemico ridotto, che tuttavia presenta un andamento molto simile a quello originale, per poi dimostrare le scarse capacità informative di tale indice.

L'obiettivo del presente elaborato è quello di calcolare un'ulteriore variante dell'indice di liquidità sistemico e quindi valutare il suo impatto su rendimenti e volatilità di titoli azionari delle principali banche europee, al fine di validare o rigettare l'idea di Severo (2012). Perciò, dopo un'analisi teorica del rischio di liquidità e del rischio di liquidità sistemico seguita dalla descrizione della nor-

---

<sup>4</sup> Cfr. Gianfelice, Marotta e Torricelli (2013)

mativa in vigore in materia, verranno presentate le varie proposte per misurare il livello di liquidità sistemico. A queste farà seguito l'analisi empirica vera e propria che consiste nella costruzione dell'indice di liquidità sistemico, che verrà poi testato attraverso la sua introduzione in diverse regressioni del prezzo e della volatilità dei titoli bancari europei. L'analisi si concluderà quindi con un esame dei risultati ottenuti e con l'indicazione dei necessari sviluppi futuri.

## **1.2 - Le due tipologie di rischio di liquidità**

Il concetto di liquidità, in generale, è molto vasto e investe quasi tutti gli aspetti di un'attività economica perciò è difficile trovare una definizione univoca che racchiuda tutte le varie accezioni che esso può assumere. E' quindi altrettanto difficile definire il rischio di liquidità, specialmente nel caso dell'attività bancaria, non priva di aspetti particolari. La riallocazione delle risorse finanziarie dalle unità in surplus alle unità in deficit, nel normale svolgimento dell'attività di intermediazione, si esplica attraverso il fondamentale meccanismo della trasformazione delle scadenze. Gli intermediari infatti raccolgono fondi sottoscrivendo passività liquide, a breve termine e senza alcun rischio di prezzo, stiamo parlando dei depositi, e li investono in attività con scadenze più lunghe e con caratteristiche di liquidità inferiori. Proprio da questo meccanismo nasce il rischio di liquidità per le banche, il quale però non va eliminato, altrimenti il settore bancario non svolgerebbe la sua funzione fondamentale, ma solo gestito correttamente.

Innanzitutto va sottolineato un concetto che deve essere tenuto in considerazione durante tutto l'elaborato. Quando si parla di liquidità per un qualsiasi strumento o contratto generico, ci si riferisce esclusivamente ai flussi di cassa

effettivi e concreti che esso genera nel corso della sua esistenza, al di là di scadenze contrattuali o procedure contabili.

La nozione di liquidità viene interpretata in modo diverso dai vari studiosi in materia. Vengono proposte molteplici versioni che colgono aspetti diversi, ma tutti ugualmente interessanti. Oltre ai concetti principali di *funding liquidity* e *market liquidity*, che verranno analizzati approfonditamente a breve, sono state proposte le nozioni di: *financial liquidity*<sup>5</sup>, per indicare il flusso di strumenti finanziari tra istituzioni finanziarie; liquidità della banca centrale, cioè la liquidità immessa nel sistema da tale organismo per soddisfare la domanda di moneta; e liquidità creata dalle banche<sup>6</sup>, attraverso il meccanismo del moltiplicatore dei depositi che deriva dal naturale svolgimento dell'attività di intermediazione, secondo i noti principi di Diamond e Dybvig (1983). Quando si parla dei rischi collegati alla liquidità tuttavia, ci si riferisce quasi esclusivamente a quelli relativi ai due concetti principali, quindi non troveremo molti pareri contrastanti se affermiamo che il rischio di liquidità si compone di due sottocategorie specifiche: il rischio di liquidità della provvista ed il rischio di liquidità del mercato.

Nel definire il *funding liquidity*, però, non tutti concordano su un'espressione unica. Così mentre Strahan (2010) delinea il *funding liquidity* come la capacità di ottenere fondi liquidi in breve tempo, la quale sembra forse la definizione più generica; il Comitato di Basilea per la Vigilanza Bancaria (BCBS, 2008) individua tale forma di liquidità come la capacità di finanziare nuovi investimenti e far fronte alle proprie obbligazioni senza incorrere in perdite inaccettabili. Danno definizioni simili a quest'ultima anche il Fondo Monetario Internazionale, che individua il concetto di liquidità in questione come la capacità

---

<sup>5</sup> Cfr. Mishra, Mohan e Singh (2012)

<sup>6</sup> Cfr. King (2013)

di effettuare i pagamenti dovuti in maniera tempestiva da parte di un'istituzione solvibile; oltre a Resti e Siloni (2008) che si riferiscono alla capacità di far fronte ai deflussi di cassa attesi e inattesi in maniera efficiente, cioè senza intaccare l'ordinaria operatività, né influenzando negativamente sull'equilibrio finanziario dell'impresa.

Come è possibile riscontrare, il concetto di fondo rimane invariato perciò, facendo una sintesi delle varie proposte, possiamo dire che il funding liquidity indica la capacità di rinnovare le passività e finanziare nuovi investimenti nei tempi e nelle modalità dovute, mantenendo cioè un determinato equilibrio economico-finanziario.

Il rischio di liquidità della provvista, o funding liquidity risk, discende quindi direttamente dalle definizioni del funding liquidity e risulta essere il rischio di non possedere tali capacità e subire le relative conseguenze negative, che possono essere delle perdite economiche o, nei casi più gravi, una perdita di reputazione presso gli altri operatori del mercato, che potrebbe avere risvolti da non sottovalutare.

Va notato come la definizione di sintesi data, evidenzia le due fonti del rischio di liquidità della provvista; abbiamo infatti una tipologia di rischio proveniente dalle passività di bilancio e una proveniente dalle attività. Il primo si concretizza nella possibilità che un creditore qualsiasi della banca, come un depositante o un altro intermediario, non rinnovi il prestito e quindi richieda la restituzione delle proprie somme facendo nascere un fabbisogno di liquidità per la banca. Tale fabbisogno andrà soddisfatto sottoscrivendo una nuova passività o riducendo l'ammontare di attività possedute, attraverso l'utilizzo delle disponibilità liquide in cassa o la vendita di alcuni titoli in portafoglio. In questo ultimo caso entra in gioco anche il market liquidity e più avanti ne capiremo il

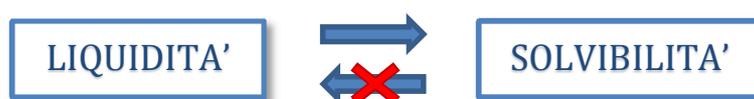
motivo. Il rischio di liquidità della provvista proveniente dall'attivo nasce invece nell'eventualità in cui coloro che godono di un'apertura di credito presso la banca, o di un qualsiasi altro diritto simile che permetta di ottenere fondi dalla banca, esercitino tale facoltà dando vita ad una corrispondente necessità di liquidità per l'intermediario, che non può esimersi dall'obbligazione assunta. Anche in questo caso, sarà necessario far fronte a tale fabbisogno incrementando le passività o modificando la composizione dell'attivo.

Un ulteriore rischio collegato a quello di liquidità della provvista può essere quello di non avere la possibilità di concedere nuovi prestiti, magari a soggetti "meritevoli", per mancanza di fonti di liquidità disponibili. Con ciò si intende: il completo utilizzo delle linee di credito disponibili presso altre istituzioni, l'inaMOVibilità del portafoglio attivo e l'impossibilità di accedere alla liquidità primaria della banca centrale. Questo tipo di rischio anche se non misurabile né realizzabile attualmente, viste le ingenti iniezioni di liquidità effettuate dagli istituti centrali, va tenuto comunque in considerazione in una visione d'insieme, poiché porta ad un costo opportunità per la banca e, volendo essere precisi, anche ad una piccola perdita di reputazione per aver negato un prestito ad un potenziale cliente.

Diversamente dagli altri autori, Drehmann e Nikolaou (2013) danno due definizioni diverse, almeno a livello concettuale, al funding liquidity e al rischio di liquidità della provvista. Con la prima intendono la capacità di far fronte alle proprie obbligazioni immediatamente, mentre il rischio di liquidità della provvista consiste, secondo loro, nella possibilità che, in un determinato orizzonte temporale, la banca diverrà incapace di far fronte alle proprie obbligazioni con immediatezza. Come viene specificato dagli autori stessi, la liquidità della provvista è un concetto binario e relativo ad un preciso istante temporale, perciò in un determinato momento o si è liquidi o no; il rischio di liquidità della

provvista invece può assumere molte gradazioni diverse e può essere considerato su orizzonti temporali più o meno lunghi, oltre ad essere una misura forward-looking e quindi già di per se incerta. Per afferrare appieno la distinzione, ne proponiamo una simile che però gode di maggiore notorietà, cioè la differenza tra insolvenza e rischio di credito per un qualsiasi soggetto economico. Definendo lo stato di insolvenza come l'incapacità di onorare le proprie obbligazioni in un determinato momento, il rischio di credito considera la possibilità che in un determinato arco temporale si verifichi tale insolvenza.

Considerando che la nozione di insolvenza, appena data, appare alquanto simile a quella di illiquidità della provvista suddetta, sembra opportuno effettuare una precisazione per fare chiarezza sulla distinzione tra illiquidità e insolvenza. Innanzitutto occorre evidenziare che il concetto di solvibilità, come opposto di insolvenza, poggia principalmente su basi contabili poiché viene considerato solvibile un soggetto che dispone di un ammontare di attività superiore a quello delle passività. Perciò, ricordando che la liquidità fa riferimento a flussi di cassa effettivi che tuttavia derivano da posizioni contabili, possiamo dire che: se un soggetto è liquido allora sarà anche solvibile, ma un soggetto solvibile non è detto che sia anche liquido.



A tal proposito, Brunnermeier, Krishnamurthy e Gorton (2013) ci ricordano che per il rischio di liquidità è importante il liquidity mismatch e non il maturity mismatch. Proprio come accadde agli albori della crisi finanziaria globale del 2007, la banca Northern Rock veniva reputata solvibile dalle Autorità di Vigilanza inglesi preposte, in quanto disponeva di un ammontare di capitale regolamentare più che sufficiente ed un portafoglio crediti di buona qualità,

ma al tempo stesso attraversava una grave crisi di liquidità in seguito ad alcune difficoltà riscontrate nell'approvvigionamento di fondi all'ingrosso. La banca era quindi solvibile ma non liquida.

L'altro concetto fondamentale di liquidità riguarda il market liquidity, o liquidità del mercato, ed il rischio connesso. Facendo una sintesi delle definizioni proposte nella letteratura, le quali oltretutto non differiscono di molto una dall'altra, possiamo dire che la liquidità del mercato consiste nella capacità di vendere un'attività finanziaria in tempi molto brevi e senza influenzarne in misura notevole il prezzo. Assume rilievo quindi il grado di liquidità della singola attività ma anche l'ammontare della posizione da monetizzare.

Il grado di liquidità del mercato di un'attività viene valutato sulla base di tre criteri:

- Spessore, misurato dall'ampiezza del bid-ask spread e cioè dalla differenza tra il miglior prezzo a cui un market maker è disposto ad acquistare un'attività e il miglior prezzo a cui questo è disposto a venderla, perciò più è ristretto tale spread e più il mercato è liquido;
- Profondità, come quantitativo massimo che è possibile trattare senza determinare variazioni significative del prezzo;
- Resilienza, con riferimento al periodo di tempo necessario affinché il prezzo di un'attività torni al suo livello di equilibrio dopo aver subito uno shock.

In ogni caso non possiamo affermare che lo smobilizzo di quantitativi minimi non comporti alcun rischio quale che sia l'attività in considerazione, perché per alcune attività occorre considerare le specifiche contrattuali o addirittura potrebbe non esistere un mercato in cui trattarle. In questi casi monetizzare anche un solo contratto ma in tempi brevi, potrebbe portare ad una riduzione

di valore dell'attività stessa che si concretizzerebbe in una perdita rilevante. Ne sono esempi le varie tipologie di prestiti anche a breve termine.

Va sottolineata inoltre l'importanza dell'aspetto temporale, poiché questo potrebbe collocarsi alla base del rischio in discussione. Con più tempo a disposizione si ha la possibilità di ampliare e perfezionare la ricerca del bid<sup>7</sup> migliore o di frazionare la vendita in più tranches di quantità tali da non influenzare il prezzo. Però al sorgere di un fabbisogno di liquidità urgente e di ammontare notevole tali strategie perdono rilevanza e si è costretti ad accettare anche prezzi notevolmente inferiori al fair value<sup>8</sup> dell'attività, pur di ottenere le risorse liquide necessarie.

La maggiore liquidità di un titolo si accompagna però ad un minore rendimento, in una naturale relazione inversa, ma nonostante questo gli intermediari dovrebbero mantenere una riserva di attività liquide da utilizzare prontamente in caso di fabbisogno di liquidità, anche per una buona gestione del rischio connesso oltre che per fini regolamentari, come vedremo più avanti.

### **1.3 – Il rischio di liquidità sistemico**

Come analizzato approfonditamente da Brunnermeier e Pedersen (2005) e da altri autori, esiste uno stretto legame tra funding liquidity e market liquidity che si accentua nelle situazioni di stress. Nel caso in cui una singola istituzione presenti problemi di liquidità in seguito ad un fabbisogno imprevisto, non si

---

<sup>7</sup> Con prezzo bid si intende, in generale, il prezzo al quale è possibile vendere una determinata attività finanziaria indipendentemente dall'esistenza di un mercato e di market makers.

<sup>8</sup> I Principi Contabili Internazionali (IAS/IFRS) nello IAS 39 definiscono il Fair Value come "Il corrispettivo al quale un'attività potrebbe essere scambiata, o una passività estinta, in una libera transazione tra parti consapevoli e disponibili", tuttavia tale termine viene utilizzato, in generale, per indicare il "Valore Equo" di un'attività finanziaria.

intravedono rischi di liquidità del mercato, ma se più istituzioni riscontrano problemi di liquidità della provvista contemporaneamente, allora anche la liquidità del mercato subirà delle conseguenze. La scarsità di fondi disponibili, oltre a dare avvio alla vendita di titoli in portafoglio nel tentativo di ristabilire una situazione di equilibrio finanziario, limita le possibilità di investimento di più operatori e quindi riduce il numero delle contrattazioni.

La cosiddetta “fire-sale of asset”, o vendita “di massa” dei titoli, impatta negativamente sulla liquidità del mercato degli stessi, portando ad una riduzione, più o meno ampia, dei rispettivi prezzi. L’ammontare di risorse ottenuto con tali vendite non sarà quindi sufficiente a coprire il fabbisogno iniziale e perciò il rischio di liquidità della provvista subirà un aggravamento, costringendo gli operatori ad aumentare ulteriormente le vendite delle attività in portafoglio. La situazione di tensione, venutasi a creare, viene inoltre accentuata dall’aumento di margini e “haircuts” applicati nell’approvvigionamento di risorse liquide, visto l’aumento del rischio percepito. Tutto ciò porterà a delle perdite che ridurranno i bilanci bancari, con conseguente riduzione dei valori di mercato azionari di tali soggetti, peggiorando la situazione dei mercati. Come è facile notare, le due tipologie di rischio vanno quindi ad interagire, attivando una pericolosa spirale negativa, descritta in fig. 1, che può avere conseguenze molto gravi come il congelamento dei mercati monetari, sperimentato durante la crisi finanziaria globale del 2007.

**Figura 1: Spirale della liquidità**



È proprio al verificarsi di tali fenomeni che possiamo parlare di rischio di liquidità sistemico. Il Fondo Monetario Internazionale definisce infatti questo rischio come il rischio che più istituzioni finanziarie si trovino contemporaneamente in difficoltà nel rinnovo di passività a breve termine o nell'ottenimento di nuove risorse finanziarie dal mercato dei capitali o da quello monetario<sup>9</sup>. Mentre invece Federico (2012) riprende la definizione di rischio di liquidità del singolo, adattandola al contesto sistemico. Il rischio di liquidità sistemico, per questo autore, è il rischio che il sistema bancario non sia in grado di far fronte alle proprie obbligazioni e/o di finanziare l'incremento dei prestiti a favore dal sistema economico in generale.

---

<sup>9</sup> Cfr. GFSR (2011)

Anche se, ad un primo impatto, tali definizioni appaiono maggiormente orientate sul funding liquidity risk, non va dimenticata l'influenza del rischio di liquidità del mercato, riscontrabile nell'ultima parte della proposizione dell'IMF. Si possono ottenere, infatti, mezzi liquidi anche dismettendo attività in portafoglio, se queste non subiscono pesanti riduzioni di valore a causa dell'illiquidità del mercato. Va notato inoltre che la seconda definizione include un riferimento esplicito all'economia reale. Visto il ruolo fondamentale del sistema bancario e finanziario all'interno del sistema economico complessivo, un eventuale shock di liquidità nei mercati avrà delle conseguenze pesanti sull'economia reale, proprio come abbiamo sperimentato con la crisi iniziata nel 2007. Quella che inizialmente era solo una crisi finanziaria, attraverso la stretta creditizia nei confronti dell'economia reale ed altri fattori, si è trasformata facilmente in una crisi economica devastante, di cui ancora oggi ne paghiamo le conseguenze.

Purtroppo non è disponibile una letteratura vasta ed affermata sul rischio di liquidità sistemico, che ci permetta di individuare una definizione generica e condivisa dello stesso, perciò possiamo accettare le due definizioni riportate visto che riescono ad inquadrare correttamente il fenomeno. Nonostante ciò, dai vari riferimenti diretti e indiretti al rischio in questione è possibile ricavare alcuni punti fondamentali che contraddistinguono tale tipologia di rischio:

- Sistematicità, intesa come coinvolgimento di più operatori rilevanti a livello globale;
- Simultaneità, per specificare la caratteristica temporale della crisi;
- Interazione tra funding liquidity risk e market liquidity risk;
- Riduzione del numero complessivo di contrattazioni nei mercati.

Si tratta perciò di un rischio difficile da controllare, anche perché non deriva esclusivamente dall'azione del singolo. Intervengono in maniera congiunta e simultanea fattori globali di mercato, nei quali il contributo della singola banca è irrilevante o indistinguibile. Il rischio di liquidità sistemico va infatti affrontato dall'autorità centrale con il supporto di tutti gli interessati. La singola banca può solo tenere sotto controllo la propria situazione di liquidità, mantenendo uno stock adeguato di attività liquide. In proposito va specificato che, diversamente dalle altre tipologie di rischio, il rischio di liquidità non può essere fronteggiato con riserve di capitale. In caso di tensione, cioè al verificarsi di un improvviso fabbisogno di cassa di dimensioni rilevanti, risulta utile solo un ammontare adeguato di attività pronte da liquidare, perché eventuali accantonamenti di capitale verrebbero vanificati proprio al verificarsi dello shock di liquidità, secondo i meccanismi descritti in precedenza.

Lo studio del rischio di liquidità sistemico risulta difficile perché, oltre alla complessità sul piano concettuale del fenomeno, nella realtà si verificano raramente crisi collegate, per fortuna, e quindi non si dispone di un contesto empirico solido su cui lavorare. La scarsità della letteratura, come richiamato prima, si accompagna all'assenza di misure regolamentari concrete per fronteggiare il rischio a livello globale in ottica preventiva. Quando le cose vanno bene, nessuno si preoccupa di individuare i punti deboli del sistema, proprio come è avvenuto nella realtà. Nei periodi pre-crisi in cui il mercato funzionava regolarmente, e perciò continuava a crescere, le istituzioni finanziarie e le Autorità competenti non hanno pensato alle conseguenze di un eventuale malfunzionamento del sistema, quasi sottovalutando la questione. Le istituzioni finanziarie, in particolare, hanno sottovalutato proprio il rischio di liquidità, confidando nell'intervento dell'autorità centrale in caso di shock, poiché questa non avrebbe potuto permettere il fallimento di alcuni istituti ed il contagio

all'economia reale. Il fenomeno di moral hazard, appena descritto, che si realizza attraverso il mantenimento di riserve di attività liquide di ammontare inferiore a quello realmente necessario in caso di crisi, viene alimentato e rafforzato dall'autorità stessa se questa ignora tali sottovalutazioni nei periodi normali e poi interviene in situazioni di crisi, poiché conferma quanto ipotizzato dagli operatori. È possibile ora comprendere perché risulta necessario un sistema regolamentare che agisca in via preventiva contro nuove crisi di liquidità.

Prima di analizzare la regolamentazione in vigore, è utile delineare le principali difficoltà registrate nei mercati della liquidità durante la fase iniziale della recente crisi che hanno condotto allo shock di liquidità sistemico, al fine di comprendere quali sono i fattori rilevanti da tenere in considerazione nella costruzione del sistema di regole ottimale<sup>10</sup>.

Tra le cause principali del congelamento dei mercati della liquidità registrato dal 2008 in poi, troviamo sicuramente l'aumento della raccolta all'ingrosso a breve termine perché favorisce l'aumento del leverage ed accentua lo sfasamento temporale tra le scadenze di attività e passività delle singole istituzioni. A ciò va aggiunto l'ampliamento degli strumenti a disposizione e dei soggetti partecipanti in tali mercati. La rapida quanto notevole espansione delle operazioni di Repurchase Agreements, REPO, non ha permesso una corretta valutazione dei rischi collegati, né la comprensione degli eventuali sviluppi in situazioni di stress. Il mercato REPO è infatti di notevole complessità e per lo più svolto in operazioni Over-The-Counter, quindi difficile da controllare. Nel periodo pre-crisi molte istituzioni hanno fatto pesantemente ricorso alle REPO per ottenere liquidità con la convinzione che fosse un mercato stabile e sicuro. La crisi invece ha fatto emergere l'opposto, facendo sorgere difficoltà rilevanti

---

<sup>10</sup> L'analisi presentata fa riferimento al Global Financial Stability Report di Ottobre 2010.

per tali istituzioni. Altri fenomeni alla base dello shock di liquidità sono stati l'abbassamento degli standard qualitativi per l'accettazione di titoli a garanzia delle operazioni di approvvigionamento della liquidità, REPO incluse, e la sottostima del rischio di credito in seguito al periodo di bassi tassi d'interesse, e quindi del premio al rischio, nella fase pre-crisi. Un tasso d'interesse del mercato basso porta all'aumento del valore dei titoli, che a sua volta favorisce la riduzione dei margini richiesti e quindi sfocia nell'espansione dei bilanci, mettendo in atto un pericoloso fenomeno pro-ciclico.

È stato evidenziato anche l'ampliamento dei soggetti partecipanti ai mercati della liquidità perché anche questo fenomeno ha una sua rilevanza sistemica. Soprattutto negli Stati Uniti, si sono diffusi fondi comuni d'investimento a carattere monetario e altre istituzioni non bancarie. Questi forniscono un servizio molto simile a quello bancario ma non devono sottostare alla regolamentazione prevista per le banche. La maggiore libertà d'azione di cui godono però non è coperta dalla rete di sicurezza del sistema bancario, tipo il fondo di tutela dei depositi, per cui un eventuale fallimento di questi istituti potrebbe essere affrontato solamente dall'Autorità Pubblica. L'incertezza sull'operato di tali istituti, vista anche l'assenza di norme dedicate, ha fatto scaturire un aumento del rischio di controparte, che ha favorito lo sviluppo della crisi. La diffusione di questi soggetti limitata agli Stati Uniti non ha però evitato tale sviluppo, visto che la loro operatività avviene in dollari, che è la valuta più trattata nei mercati.

Per comprendere come hanno agito i fattori finora descritti, proviamo a ripercorrere le fasi salienti che hanno portato dalla crisi subprime allo shock di liquidità sistemico. Il primo segmento del mercato della liquidità ad essere colpito dalla crisi, cioè a registrare una riduzione pesante e improvvisa del numero di contrattazioni, è quello degli Asset Backed Commercial Paper, proprio

perché garantiti dai titoli cartolarizzati derivanti dai mutui subprime statunitensi. La difficoltà di valutazione di tali garanzie, anche dovuta all'assenza di un vero e proprio mercato per alcuni titoli, porta ad una determinazione imprecisa delle perdite subite su questi titoli dagli operatori, generando incertezza sui mercati. La situazione di tensione si riflette quindi nelle esposizioni Off-Balance-Sheet degli istituti bancari, i quali cominciano a ritirare la liquidità in circolazione riducendo linee di credito concesse, evitando nuove emissioni o riducendo il numero di operazioni nei mercati. Si verifica quindi una fuga degli operatori dai titoli innovativi verso titoli sicuri, il cosiddetto "flight to quality", come dimostrato da tassi d'interesse bassi sui titoli di stato e alti sulla raccolta non garantita, alimentando il progressivo congelamento del mercato della provvista. Si registra perciò un'insufficienza di dollari sui mercati globali che permette la diffusione della crisi in altri mercati. Una tale situazione non può far altro che aumentare il rischio di credito nelle contrattazioni ma soprattutto nelle operazioni REPO, viste le debolezze endogene. Anche il tasso REPO quindi subisce un'impennata, mettendo in difficoltà anche le maggiori banche d'investimento visto l'elevato uso di tale strumento come fonte di finanziamento a breve termine. Il fallimento della banca Lehman Brothers, nel settembre 2008, peggiora ulteriormente la situazione di crisi e fa cadere il mercato nella pericolosa spirale descritta precedentemente: l'aumento della qualità dei titoli richiesti in garanzia nelle contrattazioni ed il contestuale aumento degli haircuts sugli stessi, scaturisce la vendita di massa di titoli in portafoglio che a sua volta porta alla riduzione del valore e all'aumento della volatilità di tali titoli, rendendo quindi necessario un ulteriore aumento degli haircuts. Il risultato è il congelamento di tutti i principali mercati della liquidità nonostante gli interventi delle principali banche centrali del mondo, che non sono mancati.

L'analisi appena proposta ci ha quindi permesso di capire i fondamenti della crisi di liquidità sistemica vissuta. Innanzitutto sono emersi alcuni difetti nella gestione del rischio di liquidità a livello individuale, le banche infatti hanno fatto troppo ricorso alla raccolta all'ingrosso, ampliando eccessivamente lo sfasamento temporale tra attività e passività di bilancio. La causa di questa scarsa attenzione può essere identificata con la minore importanza che generalmente veniva attribuita al rischio di liquidità rispetto ai "classici" rischi bancari, come quello di credito o di mercato. Si registra inoltre un'elevata complessità dei mercati della liquidità, la cui comprensione non viene facilitata da pratiche di mercato poco trasparenti e a volte proprio inadeguate. I meccanismi di clearing e settlement, quando presenti, sono risultati non lineari e non adeguatamente centralizzati. A tutto ciò va aggiunta infine l'incompletezza del sistema di regole in vigore. Come vedremo nella prossima sezione i sistemi messi in atto, comunque dopo la crisi a testimonianza della completa assenza di regole specifiche in precedenza, hanno un'impronta micro-prudenziale per ciò per prevenire nuove crisi di liquidità sistemiche occorre un'ulteriore sforzo normativo che si concentri su tutte le implicazioni sistemiche della liquidità, in un'ottica macro-prudenziale.

#### **1.4 - La regolamentazione in vigore**

In seguito alla grave crisi finanziaria che ha evidenziato difetti nella gestione del rischio di liquidità da parte delle banche, l'Autorità di Vigilanza è intervenuta in due fasi. Il Comitato di Basilea per la Vigilanza Bancaria, infatti, nel set-

tembre 2008 ha reso noti i “Principi di corretta gestione del rischio di liquidità”<sup>11</sup>, cioè alcuni principi generali da tenere considerazione nella predisposizione di misure contro tale rischio, e poi nel dicembre 2010 ha definito un vero e proprio framework regolamentare incentrato in maniera specifica sul rischio di liquidità. Lo “Schema internazionale per la misurazione, la regolamentazione e il monitoraggio del rischio di liquidità”<sup>12</sup>, più noto come Basilea III, consiste in un sistema di norme vincolanti destinate a tutti gli istituti bancari che vanno a integrare i principi generali dettati precedentemente, imponendo specifiche pratiche di gestione ed il rispetto di livelli minimi di alcuni indici rappresentanti la situazione di liquidità della banca. Il fulcro della nuova regolamentazione è costituito infatti dall’introduzione di due indici di liquidità con caratteristiche e obiettivi diversi, il Liquidity Coverage Ratio e il Net Stable Funding Ratio.

Il Liquidity Coverage Ratio (LCR) è un indicatore concentrato sulla posizione di liquidità nel breve termine poiché “mira ad assicurare che una banca mantenga un livello adeguato di attività liquide di elevata qualità non vincolate che possano essere convertite in contanti per soddisfare il fabbisogno di liquidità nell’arco di 30 giorni di calendario in uno scenario di stress di liquidità particolarmente acuto specificato dalle autorità di vigilanza”<sup>13</sup>. L’obiettivo del Comitato è quindi quello di imporre ad ogni banca la costituzione ed il mantenimento di un buffer di attività, con elevate caratteristiche di liquidità, che consenta alla banca di sopravvivere per 30 giorni in una situazione di stress sia

---

<sup>11</sup> Cfr. BCBS (2008)

<sup>12</sup> Cfr. BCBS (2010)

<sup>13</sup> Cfr. BCBS (2010)

specifico che di mercato, senza fare ricorso alla provvista all'ingrosso. L'adeguatezza del buffer verrà determinata, ovviamente, in termini relativi rispetto al modus operandi della banca ed infatti il  $LCR_t$  viene così definito:

$$\frac{ALEQ_t}{DCN_{t+30}} \geq 100\%$$

dove  $ALEQ_t$  indica lo stock di Attività Liquide di Elevata Qualità a disposizione e  $DCN_{t+30}$  i Deflussi di Cassa Netti previsti per i prossimi 30 giorni. Questi devono essere determinati sulla base di tutte le posizioni aperte della banca<sup>14</sup>, con la seguente formula:

$$DCN_{t+30} = DEFLUSSI - MIN(AFFLUSSI ; 0.75 * DEFLUSSI)$$

La struttura di questa formula obbliga a detenere un buffer comunque non inferiore al 25% dei deflussi di cassa, evitando eventuali sopravvalutazioni degli afflussi da parte degli istituti a fini elusivi.

Lo stock di attività liquide si compone di Attività Liquide di primo livello e Attività Liquide di secondo livello, sulla base di una classificazione che tiene conto delle loro caratteristiche. Le seconde però non possono costituire una quota superiore al 40% del buffer complessivo, imponendo così la detenzione di attività primarie.

Vista la rilevanza di questa nuova imposizione, l'Autorità di Vigilanza ha optato per l'applicazione progressiva. Il LCR entrerà in vigore il 1 gennaio 2015 in forma ridotta con un limite minimo pari al 60%, per poi aumentare di 10 punti percentuali ogni anno, fino ad arrivare il 1 gennaio 2019 al limite minimo obiettivo del 100%.

---

<sup>14</sup> Con posizioni si intende in senso generico tutte le attività e passività in bilancio e fuori bilancio della banca.

Il Net Stable Funding Ratio (NSFR) si concentra invece sul medio e lungo termine, promuovendo il finanziamento delle attività a lungo termine con passività stabili. Esso “stabilisce un ammontare minimo accettabile di raccolta stabile basato sulle caratteristiche di liquidità delle attività e delle operazioni di un’istituzione su un orizzonte di un anno”<sup>15</sup>. Tale misura va ad integrare il Liquidity Coverage Ratio, controbilanciando eventuali incentivi a finanziare le attività liquide interamente con passività con scadenze appena superiori ai 30 giorni. Con tale indice si vuole infatti limitare l’eccessivo ricorso alla raccolta all’ingrosso a breve termine, garantendo complessivamente una migliore gestione della liquidità da parte delle banche. Il  $NSFR_t$  è dato da:

$$\frac{ASF_t}{RSF_t} > 100\%$$

dove  $ASF_t$  indica l’ammontare di provvista stabile disponibile e  $RSF_t$  l’ammontare di provvista stabile obbligatorio, ottenuti dalla somma delle passività ponderate il primo, e delle attività ponderate il secondo, attraverso dei coefficienti specifici stabili dall’Autorità.

Definendo la provvista stabile come la parte di “capitale di rischio e di prestito che si ritiene costituisca una fonte affidabile di fondi su un orizzonte temporale di un anno in condizioni di stress prolungato”<sup>16</sup>, l’ammontare disponibile sarà dato dalla somma delle passività ponderate sulla base di coefficienti che rispecchiano la stabilità delle poste. L’autorità definisce perciò 5 categorie di passività con diverse caratteristiche di liquidità e ad ognuna attribuisce un coefficiente di ponderazione.

L’ammontare obbligatorio di provvista stabile dipenderà invece dalle caratteristiche delle attività in bilancio e delle esposizioni fuori bilancio. I coefficienti

---

<sup>15</sup> Cfr. BCBS (2010)

<sup>16</sup> Cfr. BCBS (2010)

di ponderazione in questo caso esprimeranno la quota dell'attività che non si riuscirebbe a smobilizzare attraverso la vendita o lo stanziamento in un prestito garantito nel corso di una crisi di liquidità della lunghezza di un anno.

L'imposizione della soglia minima al 100%, che entrerà in vigore direttamente in quella misura il 1 gennaio 2018, impone quindi un finanziamento più stabile delle attività in bilancio nel tentativo di ridurre e controllare, senza però eliminare, la trasformazione delle scadenze messa in atto dalle banche. A tal proposito va notato che, in seguito a test e analisi d'impatto di questo indice, il Comitato di Basilea è intervenuto con un provvedimento successivo<sup>17</sup>, nel gennaio 2014, per aggiustare alcune ponderazioni e affinare le classificazioni così da allentare leggermente la normativa, proprio per favorire la normale attività bancaria.

L'attività normativa dell'Autorità di Vigilanza in merito al rischio di liquidità non va oltre i provvedimenti descritti, emerge quindi un rilevante gap regolamentare. Sebbene le norme dettate saranno sicuramente efficaci nel ridurre le esposizioni al rischio di liquidità degli istituti bancari, queste sono limitate al solo contesto individuale, senza dire nulla riguardo la dimensione sistemica della liquidità. Non si può negare che una migliore gestione della liquidità, promossa da Basilea III, all'interno di ogni singola banca contribuirà a ridurre il rischio di liquidità sistemico ma, come abbiamo analizzato nella sezione precedente, in questa tipologia di rischio intervengono altri fattori che non possono essere controllati dal singolo, perciò occorre fare di più. Occorre una nuova normativa appositamente dedicata al rischio di liquidità sistemico che interessi tutti i soggetti che contribuiscono a tale rischio. Proprio alcuni istituti finanziari non bancari hanno avuto un ruolo fondamentale nella diffusione

---

<sup>17</sup> Cfr. BCBS (2014)

della crisi perché sottoposti a regimi regolamentari che permettono una maggiore libertà d'azione. Un'ulteriore irrigidimento della sola normativa bancaria, infatti, non sarebbe affatto utile, perché favorirebbe l'espansione di istituti non bancari.

L'importanza di un sistema di regole per prevenire ulteriori crisi di liquidità sistemiche, tuttora assente, deve essere commisurata alla gravità delle conseguenze derivanti dal congelamento dei mercati della liquidità sperimentato nel 2008, è necessario perciò trovare una soluzione e al più presto possibile.

## Capitolo 2 – Analisi della letteratura

L'importanza della liquidità a livello sistemico, emersa chiaramente in seguito alla crisi finanziaria del 2007, ha esortato tecnici e studiosi in materia a ricercare una soluzione efficace e condivisa per un problema complesso: monitorare il livello di liquidità complessivo del sistema e quindi costruire un apparato regolamentare che scoraggi l'eccessiva esposizione al rischio di liquidità, soprattutto di quegli operatori che, per dimensioni, possono essere definiti di importanza sistemica. La grande difficoltà deriva principalmente dall'impossibilità di costruire una misura onnicomprensiva e quindi qualsiasi indice proposto potrebbe essere sostituito da un altro che magari considera aspetti diversi, a cui vanno poi aggiunte le varie problematiche di metodo che devono essere affrontate in una qualsiasi analisi empirica. Perciò non esiste una misura migliore di tutte le altre ma queste vanno considerate in maniera complementare con l'eventualità di valutare gli aspetti in comune.

Tra le misure proposte, tuttavia, qualcuna potrebbe apparire più intuitiva e più comprensibile delle altre, perché basata su concetti di più facile interpretazione, mostrando risultati soddisfacenti e non lontani da quanto realmente accaduto. Sono queste le caratteristiche proprie dell'indice di liquidità sistemico (SLRI) presentato in maniera dettagliata dall'economista Tiago Severo nell'articolo "Measuring Systemic Liquidity Risk and the Cost of Liquidity Insurance"<sup>18</sup> (2012) anche se anticipato nel secondo capitolo del "Global Financial Stability Report – Apr 2011"<sup>19</sup> redatto nell'aprile 2011 dal Fondo Monetario Internazionale, Istituzione a cui appartiene Severo.

---

<sup>18</sup> Cfr. Severo (2012)

<sup>19</sup> Cfr. GFSR (Apr, 2011)

Proprio il Fondo Monetario Internazionale, che nell'ottobre 2010 aveva individuato correttamente il problema, nel report successivo appena citato riesce a definire i principi cardine da tenere in considerazione nel proporre eventuali soluzioni. Questi sono:

- Basarsi su una misura del rischio di liquidità sistemico robusta e affidabile;
- Individuare un modo equo per suddividere correttamente il costo sociale di eventuali salvataggi, cercando di individuare l'effettiva contribuzione del singolo al rischio complessivo;
- Definire un sistema anticiclico e adattabile ad eventuali cambiamenti nel tempo;
- Preferire un sistema quanto più semplice e trasparente possibile.

Successivamente a queste ed altre utili raccomandazioni, vengono proposti tre sistemi che cercano di rispettarle ed uno di questi è proprio il Systemic Liquidity Risk Index (SLRI) di Severo.

L'intuizione di Severo è quella di valutare il livello di liquidità del mercato attraverso lo studio del comportamento del mercato stesso e dei fenomeni che in esso si verificano. Va precisato innanzitutto che con il termine generico mercato si vuole richiamare tutti i principali mercati finanziari globali che, vista la forte interconnessione, creano un singolo mercato globale.

L'economista vuole evitare l'aggregazione di singole misure di liquidità o l'utilizzo di misure che si riferiscono direttamente alla stessa come proposto da altri studiosi che vedremo in seguito, perciò ricerca quei fenomeni che potrebbero essere influenzati, anche indirettamente, dal livello di liquidità presente sul mercato o per i quali la stessa potrebbe rappresentare un fattore scatenante.

Secondo la teoria della finanza due titoli, o portafogli di titoli, che presentano gli stessi flussi di cassa con la stessa probabilità devono avere lo stesso prezzo, anche se potrebbero verificarsi piccoli disallineamenti dovuti a costi di transazione o piccole diversità nelle microstrutture dei mercati. La realtà però non sempre ha dato riscontro a questo principio, lasciando spazio a vari e notevoli disallineamenti anche per periodi prolungati di tempo. Sfruttare questi disallineamenti significa sfruttare un'opportunità di arbitraggio e cioè costruire un portafoglio di titoli contrapponendo flussi di cassa in maniera tale da ottenere un profitto privo di rischio, o a rischio minimo, grazie al disallineamento tra prezzi. Tali opportunità di arbitraggio si verificano anche in condizioni normali dei mercati ma, anche se di modesta entità, lo sfruttamento immediato da parte dei soggetti più attenti fanno sì che queste svaniscano in breve tempo, tanto da riscontrare una certa efficienza del mercato. Gli operatori del mercato dunque, perseguendo l'interesse personale favoriscono il riallineamento dei prezzi su livelli normali, riportando in efficienza il mercato.

Tutto ciò non può essere confermato in periodi di shock e la crisi finanziaria globale del 2007 ne è la dimostrazione. Come è stato osservato da vari esperti in materia, Griffoli e Ranaldo (2010), Schwarz (2010), Hui, Genberg e Chung (2011) e Chacko, Das e Fan (2010), durante la crisi del 2007 vari arbitraggi sono persistiti per lunghi periodi di tempo ed anche in misura rilevante. Il mancato sfruttamento di queste opportunità di profitto dovuto ad un ipotetico blocco degli scambi potrebbe avere varie cause ma le più rilevanti sembrano essere un aumento del rischio di insolvenza della controparte e il peggioramento delle condizioni di liquidità del mercato. In altre parole, se si sono verificate lunghe e rilevanti violazioni degli arbitraggi è perché nessuno poteva sfruttarle, vista la scarsità di mezzi liquidi disponibili sul mercato.

È proprio questa l'intuizione alla base dell'analisi di T. Severo, arrivare ad una misura della liquidità del mercato, e quindi sistemica, attraverso l'analisi delle violazioni degli arbitraggi che si verificano sullo stesso.

Per questa analisi vengono prese in considerazione 4 tipologie di arbitraggio in un'ottica globale:

- La parità coperta dei tassi d'interesse (CIP) sul dollaro Statunitense contro sei principali valute mondiali (Euro, Sterlina Inglese, Franco Svizzero, Yen Giapponese, Dollaro di Hong Kong e Dollaro di Singapore) in tre diversi orizzonti temporali (3, 6 e 12 mesi), arbitraggio valutario fondamentale per il mercato monetario e per la fissazione di vari tassi d'interesse globali;
- Lo swap spread sui tassi d'interesse di Stati Uniti, Europa e Giappone a 3 e a 6 mesi, arbitraggio su titoli a reddito fisso utilizzato dai principali investitori istituzionali mondiali;
- Il disallineamento tra mercato primario e secondario dei titoli di stato Statunitensi a 5 anni;
- La differenza tra Credit Default Swap (CDS) spread e rendimento delle obbligazioni di 11 società quotate di grandi dimensioni e non finanziarie di Stati Uniti, Europa, Regno Unito e Giappone con orizzonte temporale 5 anni, poiché entrambi vanno a remunerare il rischio di credito delle società considerate.

La scelta delle quattro tipologie è sicuramente discrezionale e potrebbe quindi essere effettuata considerando dati diversi, tuttavia tale selezione appare ampia e ben articolata poiché considera i tre macro-mercati finanziari principali: Reddito fisso, Valutario e Obbligazionario corporate.

Ottenute le 36 serie storiche appena descritte, la difficoltà successiva consiste nella scelta del metodo più adeguato per aggregarle in modo da ottenere un unico indice del livello di liquidità sistemico.

Come elencato da Mishra, Mohan e Singh (2012) ci sono vari metodi per aggregare più serie in un unico indice e sono:

- Metodo della distanza relativa, consiste nel normalizzare all'interno dell'intervallo 0-100 ogni serie singolarmente e quindi scegliere come indice la media delle serie trasformate giorno per giorno;
- Metodo della normale standard, si trasforma ogni serie in una variabile normale standardizzata e si utilizza la media come indicatore;
- Metodo della classificazione con percentili, per ogni singola serie assegnando il 99° percentile al valore più alto si definiscono i percentili di tutti gli altri valori e quindi si aggrega tramite media;
- Metodo dei componenti principali, meglio noto come Analisi dei Componenti Principali (PCA).

Quest'ultimo metodo, di cui si parlerà in maniera più dettagliata in seguito, permette di estrarre da un insieme di serie un indice, con buone capacità rappresentative poiché in grado di catturare gli aspetti comuni e rilevanti delle stesse.

Effettuando l'analisi delle componenti principali sui 36 arbitraggi suddetti e scegliendo il primo fattore in quanto più rappresentativo, Severo ottiene il suo "Systemic Liquidity Risk Index", d'ora in avanti SLRI, o Indice di liquidità sistemico. In pratica, secondo Severo il livello di liquidità complessivo rappresenta il fattore comune, "nascosto" ma principale, che spiega la persistenza delle violazioni degli arbitraggi registrate durante la crisi finanziaria.

L'indice ottenuto dimostra forte aderenza alla realtà, presentando valori molto bassi proprio in corrispondenza dei momenti di maggiore tensione nei mercati

come il fallimento di Lehmann Brothers, e ciò rappresenta un segnale positivo per l'analisi effettuata. Per contrastare l'idea di Severo si potrebbe sostenere che la causa delle violazioni sia l'aumento del rischio di controparte, e non la liquidità, ma nelle tipologie di arbitraggio analizzate tale rischio non rappresenta una componente rilevante. Nella parità coperta dei tassi d'interesse e nel confronto tra mercato primario e secondario dei titoli di stato le probabilità di insolvenza sono vicinissime allo zero.

Esistono inoltre diversi studi che confermano il ruolo centrale della liquidità nella spiegazione di tali violazioni del mercato. Coffey, Hrungrung e Sarkar (2009) dimostrano che la violazione della parità coperta dei tassi d'interesse registrata in prossimità del fallimento Lehman Brothers viene spiegata bene dalle frizioni nel mercato della liquidità, nonostante aver incluso nell'analisi alcune variabili rappresentanti il rischio di insolvenza. Inoltre, a conferma di quanto sostenuto, gli autori verificano che i successivi interventi per riportare il livello della liquidità a condizioni normali hanno favorito la progressiva riduzione delle violazioni. Ancora sulla parità coperta dei tassi d'interesse troviamo gli interventi di Hui, Genberg e Chung (2011) e di Griffoli e Ranaldo (2010) che confermano entrambi l'importanza della liquidità per valutare le turbolenze su tali mercati valutari.

Altri studiosi arrivano alle stesse conclusioni ma in mercati diversi. Bai e Collin-Dufresne (2011), ad esempio, verificano che la liquidità è un fattore importante nella violazione dello spread tra CDS e obbligazioni corporate. Studi pre-crisi dello stesso spread evidenziavano che questo poteva essere considerato robusto, perché violato molto raramente e con entità irrilevanti. Il successivo verificarsi di importanti e persistenti violazioni ed il fatto che la crisi sia stata principalmente una crisi di liquidità vanno obbligatoriamente associati, portandoci a sostenere quanto detto.

Schwarz (2010) propone una misura della liquidità confrontando titoli di stato tedeschi con obbligazioni tedesche di elevata qualità garantite dallo stato. Presentando identico rischio di credito, i disallineamenti tra i due titoli possono essere spiegati solo da problemi di liquidità ed infatti tale differenza riesce a spiegare buona parte del comportamento durante la crisi dell'indice LIBOR-OIS, un indice di liquidità riconosciuto globalmente.

Un'analisi simile viene effettuata da Chacko, Das e Fan (2010). Questi costruiscono un portafoglio lungo su ETF e corto sui componenti sottostanti e valutano le discrepanze di prezzi. Considerando che, anche in questo caso, il rischio di credito è identico, tali differenze potranno essere spiegate solo da difficoltà nel mercato della liquidità.

Forte delle conferme trovate nella letteratura, lo studio di Severo prosegue con la valutazione dell'impatto, se esiste, dell'indice di liquidità sistemico su rendimenti e volatilità dei titoli azionari delle principali banche mondiali. Per fare ciò l'economista utilizza il modello econometrico ARCH(1) in media che dà la possibilità di modellare contemporaneamente rendimento e volatilità ma aggiunge come regressore esterno in entrambe le equazioni il SLRI. I risultati mostrano che il livello di liquidità è molto significativo per spiegare la volatilità mentre ha un impatto modesto, se non quasi irrilevante, nell'equazione del rendimento. In altre parole, conoscere il livello di liquidità del mercato potrebbe essere d'aiuto per valutare la volatilità di un titolo bancario. Come in ogni analisi di questo tipo, vanno effettuati dei controlli per validare la robustezza e la significatività dei risultati ottenuti. Vengono quindi aggiunti singolarmente al modello vari regressori tipo: il CDS spread di ogni singola banca, rappresentativo del rischio di insolvenza sistemico e idiosincratco della banca; il CDS spread complessivo del settore, ancora come proxy del rischio sistemico; il VIX, indice della volatilità del mercato americano e quindi dell'incertezza presente nei mercati. Nonostante queste aggiunte il risultato iniziale

viene confermato: il SLRI è davvero un componente importante nello studio della volatilità dei titoli bancari. Un'ulteriore valutazione effettuata dall'autore utilizzando gli stessi strumenti, dimostra inoltre che il SLRI contiene informazioni aggiuntive rispetto ad altri indici di liquidità già noti come il LIBOR-OIS spread e un indice presentato dall'IMF nel GFSR (2010).

Questi risultati appaiono importanti per la costruzione del sistema proposto da Severo. L'obiettivo è quello di definire un sistema di tipo assicurativo tra istituzioni finanziarie e autorità pubbliche. Vista la specialità dell'attività svolta dalle banche, in caso di crisi di liquidità queste non possono essere lasciate fallire bensì occorre un intervento dell'autorità centrale, il quale però ha un costo sociale notevole. Questo costo andrebbe quindi distribuito tra coloro che potrebbero usufruire di tale sostegno, attraverso un meccanismo che misuri l'effettiva contribuzione di ogni soggetto a tale rischio. In termini pratici, le istituzioni bancarie dovrebbero pagare un premio commisurato al loro rischio di crisi di liquidità, per assicurarsi il sostegno dell'autorità pubblica al realizzarsi di tale crisi.

Per misurare il premio in questione T. Severo ricorre ad un'applicazione della Contingent Claim Analysis (CCA). Per l'autorità pubblica, assicurare l'intervento in caso di fallimento della banca equivale a prestare una garanzia integrale sul debito della stessa. Una tale garanzia può essere interpretata come un'opzione put scritta sul valore dell'attivo bancario e quindi il valore di questa put indicherà il costo del salvataggio per l'autorità. Non avendo però a disposizione valori e volatilità degli Asset bancari, risulta necessario un passaggio preventivo. Assumendo che il valore dell'attivo di una banca segua il moto geometrico browniano, il valore del capitale azionario può essere equiparato al valore di un'opzione call scritta sul valore dell'attivo. Utilizzando rendimenti e volatilità delle azioni bancarie calcolati precedentemente tenendo conto

dell'influenza del SLRI, attraverso le formule del modello di Merton<sup>20</sup> si può arrivare con facilità a definire i valori e le volatilità degli Asset bancari che stavamo cercando. Disponendo di quanto necessario arriviamo a definire il premio per tale assicurazione. Questo sarà dato dalla differenza tra il valore della put, descritta sopra, calcolato in un periodo di illiquidità e il valore della stessa put in un periodo di buone condizioni di liquidità<sup>21</sup>. Va sottolineato che giocano un ruolo fondamentale l'indice di liquidità sistemico e il suo impatto sulle volatilità azionarie, il quale, attraverso il procedimento appena descritto, è in grado di modificare il contributo di ogni soggetto al rischio e quindi l'eventuale premio da pagare per assicurarsi.

L'intero framework di Severo presenta notevoli pregi tra i quali la semplicità e l'utilizzo di concetti economici di base generalmente accettati, ma possiede alcuni limiti, come riconosciuto dall'autore stesso. La stessa semplicità potrebbe nascondere l'inadeguatezza del modello nel considerare i vari aspetti della liquidità, manca inoltre un'analisi dei fattori che potrebbero incidere sul rischio di liquidità sistemico. Un ulteriore aspetto negativo consiste nella relazione molto indiretta tra il premio e le decisioni di governance della banca, cioè i soggetti potrebbero ritrovarsi un premio alto senza comprendere quali manovre mettere in atto per riuscire a ridurlo.

Anche se per molti il modello appena descritto rappresenta un primo passo verso la giusta direzione, non sono mancate critiche e visioni contrastanti. Ne è un esempio il lavoro svolto da Gianfelice, Marotta e Torricelli (2013) in "A liquidity risk index as a regulatory tool for systemically important banks? An empirical assessment across two financial crises". Gli autori, oltre ad effettuare

---

<sup>20</sup> Cfr. Merton (1974)

<sup>21</sup> Severo considera, per ovvie ragioni, l'intero 2004 come periodo di liquidità e l'intervallo Luglio 2008 – Giugno 2009 come periodo di illiquidità.

alcune puntualizzazioni, stimano un nuovo SLRI e ne valutano la significatività su rendimenti e volatilità dei titoli bancari, ottenendo risultati in contrasto con quanto affermato da Severo. Innanzitutto viene sottolineato che alcune relazioni di arbitraggio incluse nel calcolo del SLRI originale non vengono mai violate e che alcuni disallineamenti non possono far ottenere un profitto, considerando tutti i costi dell'intera operazione. Viene inoltre evidenziato che la scelta delle società corporate su cui valutare l'arbitraggio CDS-Obbligazione è molto soggettiva e che il SLRI non riporta il miglioramento delle condizioni di liquidità del 2009.

Il nuovo SLRI è un indice costruito nella stessa maniera dell'originale ma considerando solo due tipologie di arbitraggio e cioè la parità coperta dei tassi d'interesse e lo spread CDS-Obbligazione. Per la prima categoria vengono utilizzati solo tre cambi valutari nei tre orizzonti temporali mentre per la seconda si selezionano solo 8 società, ottenendo una riduzione sostanziale del numero di serie analizzate<sup>22</sup>. Nonostante le modifiche, il nuovo SLRI ha un andamento molto simile a quello originale e quindi può essere utilizzato per valutare l'impatto su rendimenti e volatilità.

Oltre a riscontrare che l'indice è significativo per la volatilità ma non per il rendimento dei titoli come Severo, Gianfelice e gli altri autori notano dei cambiamenti nei risultati e la progressiva perdita di importanza del SLRI inserendo: il valore del SLRI ritardato di un periodo, nell'ipotesi che gli operatori non riescano a catturare in tempo reale tale informazione; l'andamento dei CDS individuali, come proxy del rischio di credito idiosincratICO di ogni banca; l'andamento del CDS generico del settore bancario ed il VIX, per includere il rischio

---

<sup>22</sup> Andrebbe notato che gli autori in discussione commettono lo stesso errore che avevano loro stessi puntualizzato: reinseriscono nell'analisi lo spread CDS-Obbligazione, dagli stessi criticato per la troppa soggettività della scelta.

di credito sistemico e il livello di incertezza dei mercati. Includendo infine tutte le variabili nella regressione, il SLRI diviene insignificante per oltre il 60% delle banche esaminate. Sulla base dei risultati ottenuti, i tre autori si pongono in contrasto con l'analisi di Severo e tanto più con la possibilità che tale sistema venga implementato a fini regolamentari, perché troppo debole e inadeguato ad un rischio importante quanto complesso come quello del livello di liquidità sistemico.

Il modello di Severo, tuttavia, è solo il primo dei tre proposti dal Fondo Monetario Internazionale nel GFSR di Aprile 2011. Le altre due proposte sono il "Systemic Risk-Adjusted Liquidity Model" e lo "Stress-Testing Framework for Systemic Liquidity Risk", che analizziamo brevemente.

Il "Systemic Risk-Adjusted Liquidity Model", proposto da Andreas Jobst (2012), considera simultaneamente dati di bilancio e dati di mercato di ogni singola istituzione bancaria per arrivare, attraverso la CCA, alla probabilità congiunta di eventuali crisi di liquidità. Il primo passo consiste nel determinare una misura giornaliera del NSFR a prezzi di mercato per ogni banca, cioè i valori di ASF e RSF vengono scalati per i valori di mercato del passivo e dell'attivo, rispettivamente, ottenuti attraverso le quotazioni delle opzioni su azioni di ogni intermediario. La perdita attesa associata al NSFR a valori di mercato appena calcolato, può essere equiparata al valore di un'opzione put sull'ASF di mercato in cui lo strike price viene posto pari al valore aggiornato del RSF, si dovrà infatti affrontare una perdita in tutti i casi in cui l'ASF di mercato scende al di sotto del RSF sempre a valori di mercato, area "in the money" dell'opzione put. Questa associazione permette di definire tante distribuzioni di probabilità della perdita attesa quante sono le banche analizzate, le quali vengono poi aggregate per ottenere una distribuzione di probabilità congiunta. Il rischio di

liquidità sistemico sarà quindi definito dalla coda “negativa” di tale distribuzione congiunta ed il premio da pagare nell’ipotetico meccanismo assicurativo dovrà essere commisurato al contributo di ogni soggetto a tale rischio.

Una valutazione complessiva della proposta in questione ci permette di evidenziare alcuni pregi come: il riferimento al mercato; la combinazione tra dati di mercato e di bilancio; la considerazione del fatto che le fonti di liquidità siano comuni o comunque influenzate dagli stessi fattori a livello globale ed inoltre il ricorso alla probabilità congiunta come strumento di aggregazione. A questi però si contrappongono alcuni punti deboli del modello il quale, oltre a far suscitare dubbi sulla correttezza e aderenza alla realtà del NSFR modificato, appare poco trasparente nella sua architettura e leggermente complesso sul piano computazionale, soprattutto nella prima parte.

La terza ed ultima proposta del Fondo Monetario Internazionale consiste in un sistema innovativo di Stress Test che combina i classici stress test sull’insolvenza con variabili di mercato per ottenere degli stress test sulla liquidità sistemica. Lo “Stress-Testing Framework for Systemic Liquidity Risk” di Barnhill e Schumacher (2011) si basa sull’idea che il rischio di liquidità sistemico si sviluppi da due fattori principali: l’inadeguata correlazione temporale attivo-passivo delle singole banche e l’incertezza sul valore dell’attivo. Tali fattori vengono poi amplificati da altri fenomeni come riduzioni delle fonti di liquidità all’ingrosso, vendite di titoli a prezzi ridotti ed aumento del rischio di controparte. L’analisi si compone di 4 steps. Inizialmente vengono ricreati i diversi scenari possibili, simulando vari cambiamenti di mercato che, ovviamente, valgono per tutti gli operatori. Nel secondo passaggio si effettua la valutazione di solvibilità dei soggetti, attraverso analisi di bilancio a valori correnti, per arrivare ai vari Capital to Asset Ratio (CAR) ed alle probabilità di default individuali. Il passaggio successivo consiste quindi nel definire una probabilità di in-

solvenza collettiva. Considerando in default una banca con CAR < 2%, per valutare l'effetto a cascata dei fallimenti bancari viene ripetuta più volte la network analysis fino ad arrivare alla probabilità cercata, che rappresenta una misura del rischio di insolvenza sistemico. Nel quarto ed ultimo passaggio si valutano gli effetti di shock di liquidità sugli operatori restanti. In pratica si cerca la relazione tra deflussi di liquidità e probabilità di default, valutando anche la modalità di affrontare tali deflussi. A tal proposito viene suggerito un ordine desiderabile: bloccare i prestiti sul mercato interbancario, liquidare i depositi attivi, vendere le attività liquide ed infine ridurre i prestiti. Ancora una volta si ricorre alla network analysis che permette di valutare gli effetti congiunti ed arrivare alla probabilità collettiva del rischio di liquidità sistemico. Va infine rilevato che anche questo approccio suggerisce un meccanismo assicurativo con un premio che sarà legato ad alcuni buffer di liquidità e di capitale che permettano di evitare il fallimento della banca, sulla base delle simulazioni effettuate.

L'utilizzo delle simulazioni è sicuramente un vantaggio di tale modello così come lo sono la considerazione della solvibilità dei soggetti e l'individuazione dei canali di trasmissione, ma va anche sottolineato che un modello di questo tipo risulterebbe di difficile implementazione e richiederebbe un'elevata mole di dati dettagliati, tanto da far perdere rilevanza a questo modello.

A commento delle tre proposte del Fondo Monetario Internazionale va detto che queste poggiano su buone basi concettuali e si affidano a meccanismi consolidati ma restano ancora ad uno stato embrionale. Vanno infatti migliorate ed affinate di molto prima di poter essere considerate attuabili e magari testate in via sperimentale. La necessità di un sistema macro-prudenziale per la corretta gestione della liquidità sistemica permane ma l'approvazione di sistemi inadeguati potrebbe avere conseguenze peggiori della crisi che si cerca di contrastare. L'importanza di questa necessità ha spinto altri studiosi ad affrontare

la problematica e quindi proporre soluzioni diverse che meritano comunque di essere considerate.

Tra le proposte presenti in letteratura, quella di Mishra, Mohan e Singh (2012) è forse la più vicina all'analisi di Severo sia per l'approccio orientato al mercato che per l'aggregazione di più indici. Gli autori ampliano l'orizzonte di analisi considerando che le situazioni di stress di liquidità non derivano solamente dalla componente bancaria del mercato finanziario ma anche da quella corporate, dalla situazione valutaria e dalle aspettative sulle condizioni di liquidità future. Ciò si riversa nell'analisi attraverso l'utilizzo di quattro differenze, una per segmento di mercato, rappresentative dell'andamento del rispettivo settore. A titolo indicativo, per il settore bancario e per quello aziendale si fa riferimento ai relativi tassi di finanziamento; le aspettative sul livello di liquidità futuro vengono estrapolate dal tasso Overnight Indexed Swap (OIS) ed infine, per valutare più fonti di liquidità, si richiama il mercato valutario attraverso il tasso forward implicito, perché utilizzato da vari operatori del mercato per ottenere liquidità. Le quattro serie vengono quindi aggregate attraverso il metodo ritenuto più adeguato tra i quattro elencati dagli autori<sup>23</sup> e cioè quello della Normale Standard, ottenendo un indice di liquidità sistemico SLI. Secondo Mishra, Mohan e Singh si verifica una crisi di liquidità quando la domanda di credito è superiore al suo trend e contemporaneamente l'offerta di depositi è inferiore al suo trend. Partendo da questa idea vengono create due variabili, che misurano l'entità di tali scostamenti, utilizzate come regressori del SLI allo scopo di valutare la performance di tale indice. I risultati di questo test, nonché di quello effettuato con rendimenti e volatilità delle azioni bancarie, sono soddisfacenti e mostrano una buona significatività dell'indice di liquidità sistemico. Anche questo lavoro gode di rilevanza a livello concettuale ma

---

<sup>23</sup> L'elenco viene riportato nella prima parte di questo capitolo.

non contiene alcuna proposta per valutare l'apporto del singolo al rischio complessivo e quindi per sviluppare un sistema di condivisione del costo sociale di eventuali salvataggi in caso di crisi.

Le proposte analizzate fino a questo punto mostrano un approccio orientato al mercato, tuttavia non mancano autori che prediligono valutare il livello di liquidità dei singoli soggetti, attraverso particolari analisi di bilancio, e poi aggregare tali posizioni.

Fa parte di questa categoria, pur sviluppando un'idea particolare, lo studio di Drehmann e Nikolaou (2013). Una delle principali fonti di liquidità per un'istituzione bancaria sono le operazioni di mercato aperto e più in particolare, le operazioni di rifinanziamento principale. In queste aste di liquidità svolte dalla Banca Centrale Europea (ECB) con cadenza settimanale, viene utilizzato un meccanismo di discriminazione di prezzo, cioè l'istituto centrale stabilisce l'ammontare complessivo a disposizione mentre le banche partecipanti piazzano varie offerte su prezzi<sup>24</sup> diversi. La liquidità verrà perciò attribuita partendo dalle offerte con tasso più alto e proseguendo fino ad allocare l'intero ammontare disponibile, il tasso dell'ultima allocazione viene definito tasso marginale<sup>25</sup>. Ogni soggetto pagherà quindi l'effettivo tasso offerto. Con un meccanismo di allocazione di questo tipo, chi necessita di più liquidità sarà disposto a pagare un prezzo alto, anche superiore al tasso interbancario perché nelle Operazioni di Rifinanziamento Principale offrendo un tasso abbastanza alto si è quasi certi di ottenere tutta la liquidità richiesta. Gli autori interpretano, ovviamente, tale necessità come un aumento del rischio di liquidità della provvista del singolo perciò ricavano un indice in grado di misurare l'entità di tale

---

<sup>24</sup> Essendo un'asta di liquidità quelli che vengono chiamati prezzi in realtà corrispondono a tassi d'interesse

<sup>25</sup> In presenza di più offerte al tasso marginale non eseguibili per intero, verrà effettuato il razionamento della liquidità restante tra le offerte in questione.

rischio. Per ogni banca viene calcolato un prezzo aggiustato che consiste nella differenza tra tasso offerto e tasso marginale, moltiplicata per la quantità ottenuta. Ripensando all'ipotetico meccanismo assicurativo che si cerca di costruire, tale prezzo aggiustato potrebbe rappresentare, in via diretta, il premio che il soggetto è disposto a pagare per assicurarsi la liquidità. L'aggregazione delle singole misure avviene poi dividendo la somma di tutti i prezzi aggiustati per il totale della liquidità allocata, in modo da ottenere un premio medio per il rischio di liquidità che può essere interpretato facilmente come un indice di liquidità sistemico. Oltre a valutare l'andamento nel tempo dell'indice, che comunque mostra una buona aderenza alla realtà, anche in questa analisi viene poi sottoposto ad una validazione empirica. Viene infatti confrontato con un indice della liquidità del mercato e con il "classico" EURIBOR-OIS spread. Nel primo caso Drehmann e Nikolaou evidenziano una forte correlazione negativa tra i due indici in periodi di crisi, confermando l'interazione del funding liquidity risk e del market liquidity risk nella spirale della liquidità, mentre nel secondo confronto sottolineano la migliore performance del loro indice rispetto all'EURIBOR-OIS spread, vista la capacità di considerare direttamente e quasi esclusivamente il rischio in questione. La proposta appena descritta gode di vari pregi, tra i quali l'ottima idea di fondo e la semplicità dell'architettura, ma non può essere ripercorsa e analizzata da altri soggetti perché utilizza dati riservati e quindi a conoscenza della sola autorità centrale. Va anche sottolineato che questo studio si limita al panorama europeo e non dà nessun accenno sull'eventuale implementazione in contesti extra-europei, che potrebbero utilizzare anche meccanismi d'asta diversi. Un'ulteriore punto debole del modello sembra infatti essere il suo stretto legame con la tipologia d'asta. Cosa potrebbe succedere e come misurare il rischio con meccanismi diversi sarebbero punti di sviluppo interessanti del modello.

Prendendo in considerazione le singole poste di bilancio di ogni operatore, Brunnermeier, Krishnamurthy e Gorton (2013) propongono invece una misura del liquidity mismatch, il quale non va confuso con il maturity mismatch che da sempre viene considerato alla base del rischio di liquidità. Gli autori definiscono il corrispondente valore liquido di ogni attività e passività della banca per differenti stati del mondo attraverso l'attribuzione di pesi di liquidità<sup>26</sup>. Tale attribuzione, che ovviamente dipenderà dall'orizzonte temporale prescelto, deve però tenere conto di due situazioni: per le attività, il soggetto agirà nel migliore dei modi ottenendo quanta più liquidità possibile in quello scenario, così come per le passività la controparte cercherà di ricavare il massimo per quello scenario. Il Liquidity Mismatch Index (LMI) corrisponde quindi alla differenza tra attività e passività ponderate e viene calcolato per ogni stato del mondo considerato, in modo da ottenere qualcosa che richiami una distribuzione. La parte che interessa di questo calcolo è ovviamente quella relativa agli scenari peggiori che corrispondono a situazioni di tensione per la liquidità. Viene infatti misurato un Value At Liquidity Risk considerando il LMI nella percentuale  $x$ , ad esempio 5%, di casi peggiori, proprio come la misura di rischio più utilizzata nel risk management. L'aggregazione dei LMI di ogni banca avverrà quindi tramite somma ed il risultato coinciderà con l'offerta complessiva di attività liquide nel sistema, vista la compensazione automatica della stesse poste tra attività e passività di soggetti diversi. Tale meccanismo è interessante anche sotto un altro punto di vista poiché permette di tenere conto dell'impatto della catena di intermediazione. La compensazione sarà perfetta solo in caso di simmetria tra i pesi dei due soggetti che contendono la posta, il che implica l'assenza di intermediazione. Con l'aumento progressivo di soggetti intermediari, che producono un allungamento della catena, i pesi

---

<sup>26</sup> Il valore liquido di una posta corrisponderà ad una quota del valore di bilancio perciò avremo che ogni peso  $y$  sarà  $0 < y < 1$

divengono via via più asimmetrici e quindi aumenta l'impatto di tale posta sul LMI. È infatti vero che una lunga catena di intermediazione rappresenta una fragilità del sistema finanziario, contribuendo ad aumentare il rischio di liquidità sistemico. Anche se potrebbe essere corretto concettualmente, questo modello esprime difficoltà computazionali quasi insormontabili. Riprendere e analizzare i bilanci di tutti gli operatori e poi attribuire un peso di liquidità ad ogni posta sarebbe un'attività di elevata difficoltà. Inoltre, la scelta dei pesi potrebbe risultare scarsamente arbitraria e oggettiva, penalizzando la veridicità del modello. Va detto, infine, che non viene fornito un riferimento pratico su come applicare il modello utilizzando dati di bilancio reali, appare perciò alta la probabilità che questo modello sia destinato a restare nella sola dimensione teorica.

Costruisce un sistema simile all'ultimo analizzato, Federico (2012) nel suo "Developing an Index of Liquidity-Risk Exposure", l'articolo è focalizzato su alcuni paesi emergenti dell'America Latina ma contiene importanti spunti che potrebbero essere ripresi e adattati in altre economie. Invertendo i pesi del Net Stable Funding Ratio di Basilea III, l'autore ottiene la quota di passività non stabili e l'ammontare di attività liquidabili, intendendo le passività da onorare entro un orizzonte temporale breve e le attività che non devono essere rifinanziate. La differenza tra queste due grandezze (passività - attività) corrisponde al deflusso di cassa netto che la banca deve affrontare in caso di crisi di liquidità. Inoltre, sottraendo al totale dei prestiti da rifinanziare il deflusso di cassa netto, appena calcolato, è possibile ottenere la quota di prestiti da rifinanziare coperta da passività stabili. Se il deflusso è negativo, la banca può rifinanziare completamente il suo attivo e addirittura cedere sul mercato interbancario la liquidità in surplus (condizioni di liquidità ottimali) mentre invece se il deflusso è positivo e superiore al totale da rifinanziare, la banca sarà costretta a reperire liquidità da fonti esterne onde evitare il default tecnico. Ancora una

volta l'aggregazione delle singole posizioni viene effettuata tramite somma, ottenendo l'ammontare complessivo dei prestiti da rifinanziare che hanno una copertura stabile a livello sistemico. Infine, tale grandezza viene testata a livello empirico come regressore del tasso di crescita del PIL dei paesi analizzati, ottenendo buoni risultati in termini di significatività. Uno dei principali punti deboli del modello è forse l'incapacità di cogliere appieno la sistematicità del fenomeno. Questo perché, oltre alla debolezza di partire dai singoli bilanci, il modello utilizza i concetti del NSFR, una misura micro-prudenziale che mal si presta a valutazioni di tipo macro, come quella del rischio di liquidità sistemico.

Un'ulteriore interpretazione del rischio di liquidità a livello sistemico viene fornita da Andrievskaya (2012). Pur appartenendo alla categoria degli approcci che partono dai singoli bilanci, questa proposta si differenzia dagli stessi grazie alla modalità di aggregazione. Viene infatti calcolato direttamente il livello relativo di liquidità del sistema attraverso il rapporto tra la somma di tutte le attività liquide di tutte le banche e la somma di tutte le passività a breve termine di tutte le banche considerate. A differenza di Brunnermeier, Krishnamurthy e Gorton (2013), non viene attribuito nessun peso corrispondente al grado di liquidità bensì la selezione delle poste da considerare si basa esclusivamente sul criterio temporale, cioè si considera liquido tutto ciò che è a breve termine. Se tale scelta potrebbe apparire preferibile poiché evita la soggettività dell'attribuzione dei pesi, non va dimenticato che questa comporta un ritorno al maturity mismatch che non è un ottimo indicatore di liquidità. Il rischio viene quindi interpretato come distanza relativa da una soglia critica, perciò associato ad una probabilità condizionata. Definendo con  $S^*$  il valore corrente dell'indice calcolato e con  $H$  il suo valore critico, il quale sarà eguagliato ad 1, si verificano tensioni sul mercato della liquidità se il suo livello scende al di sotto della soglia critica  $H$  e quindi la probabilità  $P(S \leq H | S \leq$

$S^*$ ) rappresenterà il rischio di liquidità sistemico. Ovviamente per valutare tale probabilità sarà necessaria una distribuzione per  $S$  che l'Autrice ottiene utilizzando l'Independent Component Analysis (ICA) e il metodo delle simulazioni. Il passo conclusivo di questa analisi consiste nella valutazione del contributo di ogni soggetto al rischio sistemico, mettendo a rapporto la covarianza tra il livello di liquidità del singolo e quello del sistema, entrambi in termini assoluti, con la deviazione standard del livello di liquidità del sistema sempre in termini assoluti. Oltre a quanto evidenziato in corso di trattazione riguardo al criterio temporale di selezione, che rappresenta uno dei principali punti critici, si aggiunge la necessità di ricorrere ad una simulazione per valutare il rischio, che potrebbe ridurre la veridicità del modello. Possono essere visti invece come punti di forza del modello la modalità di aggregazione e la nuova interpretazione del rischio come distanza.

L'analisi dei vari framework proposti per la misurazione del livello di liquidità sistemico, ci permette di effettuare una valutazione comparativa degli stessi e quindi di scegliere quello con più vantaggi.

## **Capitolo 3 – L'indice del rischio di liquidità sistemico**

### **3.1 – La costruzione dell'indice**

Tra le varie proposte presentate, la prima, cioè quella di Tiago Severo (2012) sembra essere la migliore per articolazione, fondatezza dei principi e applicabilità oltre a tutti gli altri vantaggi descritti precedentemente. Andremo perciò a riproporre tale analisi in un'applicazione pratica maggiormente concentrata sul contesto europeo, per verificare se anche in questo caso l'indice di liquidità sistemico può essere considerato un utile strumento di analisi del rischio bancario.

In avvio di tale applicazione pratica è doveroso fare una premessa. I dati e tutte le informazioni che verranno utilizzate nel corso dell'analisi sono di pubblico dominio e provengono dai database: Thomson Reuters Datastream, Bloomberg, Bankscope, Federal Reserve data, European Central Bank statistics e Bank of Japan statistics. La varietà delle basi di dati utilizzate è una conseguenza della mole di dati necessari, tutt'altro che irrilevante, e della difficoltà nel reperire serie storiche complete ed allineate. Non va nascosto che alcune scelte effettuate durante questa analisi empirica sono state influenzate anche dall'effettiva disponibilità e completezza dei dati necessari. È stato quindi compiuto un notevole sforzo di ricerca e aggregazione dati che tuttavia è più che giustificato dall'obiettivo che ci si pone in questa applicazione pratica. Va inoltre effettuata qualche precisazione di tipo tecnico valevole per l'intera analisi. L'intervallo temporale considerato, e perciò rispettato da qualsiasi serie storica utilizzata, va dal 30 Dicembre 2005 al 31 Dicembre 2013, dal quale è possibile osservare 2076 rendimenti giornalieri. La data di avvio coincide con quella utilizzata da Severo, così da includere l'avvio della crisi finanziaria, mentre quella di chiusura si differenzia da tale analisi per poter considerare anche i dati più recenti.

L'analisi si articolerà nella seguente maniera, presentando per ogni argomento prima alcuni fondamenti teorici e poi l'applicazione pratica. Il primo passo consiste nella creazione dell'indice di liquidità sistemico, per cui verranno proposti i due arbitraggi utilizzati con conseguente aggregazione delle serie, così da ottenere l'indice. Successivamente verrà valutata la significatività dell'indice ottenuto per le banche europee, per cui, dopo una breve descrizione del campione utilizzato, verranno discussi i risultati delle regressioni di prezzi e volatilità delle banche campionate. L'analisi si conclude quindi commentando le principali evidenze empiriche ottenute ed accennando i potenziali sviluppi futuri dell'analisi.

Sostenendo l'idea alla base di Severo (2012), la persistenza di violazioni nelle principali relazioni di arbitraggio a livello globale segnala l'insufficienza della liquidità disponibile a livello sistemico. Gli arbitraggi utilizzati in questo caso per riprodurre l'indice di liquidità sistemico sono la Covered Interest Parity (CIP) e lo Swap Spread.

La parità coperta del tasso d'interesse è una relazione di arbitraggio con carattere valutario, perciò di impronta internazionale<sup>27</sup>. Essendo considerata robusta e difficilmente violabile, tale relazione viene utilizzata per stimare il tasso di cambio forward nelle transazioni valutarie, attraverso la seguente formula:

$$F_{t,T} = S_t * \frac{(1 + r_T)}{(1 + r_T^*)}$$

Dove:  $F_{t,T}$  rappresenta il tasso di cambio forward al tempo  $t$  (oggi) per la scadenza  $T$ ;  $S_t$  il tasso di cambio spot al tempo  $t$ ;  $r_T$  il tasso d'interesse risk free per un prestito in valuta locale con scadenza  $T$  e  $r_T^*$  il tasso d'interesse risk free per un prestito in valuta estera con la stessa scadenza. Va inoltre segnalato che

---

<sup>27</sup> Cfr. Sercu (2009)

entrambi i tassi di cambio sono espressi nel modo convenzionale e cioè come unità di valuta locale necessarie per avere un'unità di valuta estera.

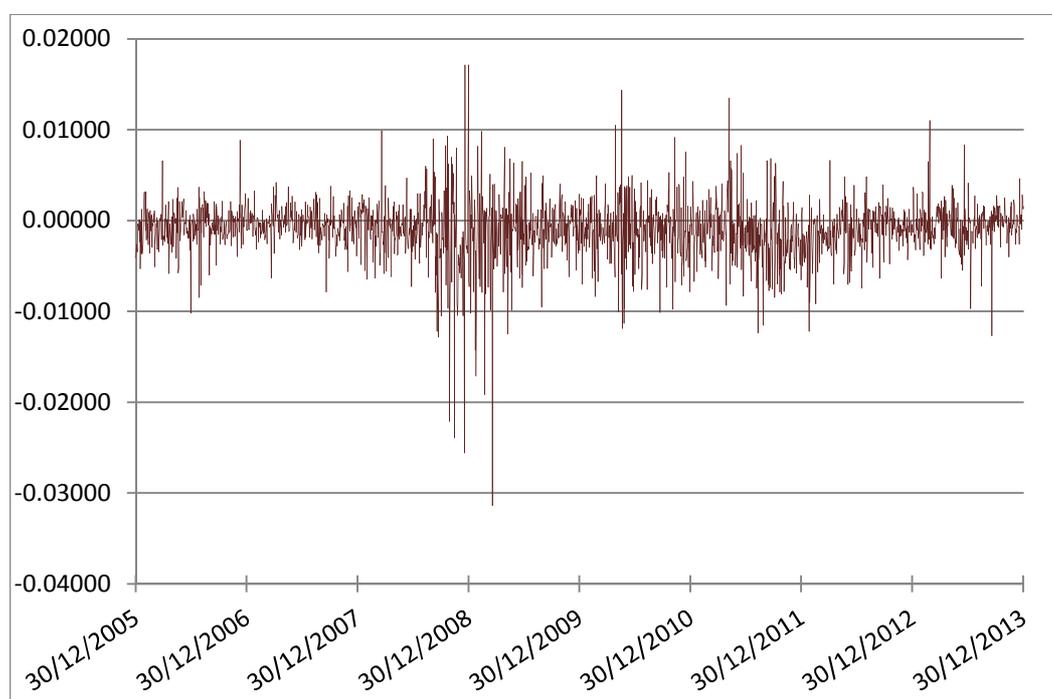
Vengono quindi interessati quattro mercati: quello del cambio spot e del cambio forward più i due mercati monetari delle due valute in questione, le cui interazioni permettono di determinare il tasso di cambio forward partendo da quello spot, come abbiamo visto in formula. Tale relazione viene considerata robusta, cioè rispettata sistematicamente, proprio perché eventuali disallineamenti verrebbero sfruttati sul nascere e quindi eliminati in tempi brevissimi, attraverso la creazione di portafogli privi di rischio ma remunerativi articolati sui quattro mercati, cioè gli arbitraggi. Tutto ciò risulta vero in condizioni di regolare funzionamento del mercato, ma quando gli operatori non dispongono della liquidità sufficiente per mettere in atto tali strategie, l'arbitraggio persiste e la relazione alla base non viene più rispettata. Per valutare tale violazione si calcola la differenza tra i due membri dell'equazione, poiché corrispondono alle due alternative di investimento che dovrebbero portare allo stesso risultato finale.

In questa riproduzione viene valutata la parità coperta del tasso d'interesse di tre tassi di cambio su tre diversi orizzonti temporali. Questi sono: USD/EUR, USD/GBP e USD/CHF sugli orizzonti di 3, 6 e 12 mesi, da cui otteniamo 9 serie storiche. Si tratta di una scelta riduttiva rispetto a quella operata da Severo ma l'obiettivo è quello di estrapolare un indice altrettanto significativo ma più leggero e quindi più semplice da calcolare. La scelta inoltre ha un carattere più europeo, visto l'obiettivo, ma considera la valuta più trattata nel mondo, il dollaro statunitense, così da non perdere l'impronta globale che deve avere l'indice.

A titolo esemplificativo, mostriamo in fig. 2 l'andamento di una relazione di questo tipo, quella su USD/EUR a 3 mesi, per cercare di comprendere meglio

il fenomeno. Le relazioni per gli altri due cambi mostrano andamenti simili, va però notato che al crescere dell'orizzonte temporale di analisi, le differenze divengono leggermente più ampie per tutte e tre i cambi, ma ciò è dovuto al normale aumento del rischio percepito su investimenti con orizzonti temporali più lunghi.

**Figura 2: CIP su USD/EUR a 3 mesi**



Possiamo notare che la serie presenta valori che si aggirano intorno allo zero, come dovrebbe essere, ad eccezione di alcuni periodi in cui si registrano notevoli ampliamenti della differenza analizzata con una tendenza al ribasso, o meglio i disallineamenti in negativo sono più frequenti e più ampi rispetto a quelli in positivo. L'esempio principale è rappresentato dal periodo che va da settembre 2008 a marzo 2009 circa, ma merita considerazione anche il periodo in-

torno al 30/12/2011, anche se i disallineamenti sono di entità inferiore. È facile ricollegare questi due periodi ad alcuni avvenimenti chiave della crisi finanziaria vissuta e cioè il fallimento della banca Lehman Brothers negli Stati Uniti e la crisi del debito sovrano in Europa. La serie storica in osservazione dimostra quindi che si sono verificate violazioni, anche rilevanti, della Covered Interest Parity che segnalano momenti di tensione sui mercati finanziari globali, a conferma di quanto sostenuto da Hui, Genberg e Chung (2011).

Il secondo arbitraggio utilizzato per la ricostruzione dell'indice di liquidità sistemico è lo Swap Spread. Questa strategia è una delle principali strategie di arbitraggio nei mercati dei titoli a reddito fisso ed infatti viene spesso utilizzata dalle principali banche d'investimento mondiali. Questo fatto contribuisce a dare un'impronta sistemica al nostro indice perciò tale strategia non può essere esclusa dall'analisi.

L'arbitraggio sullo Swap Spread si sviluppa su due componenti<sup>28</sup>. Da un lato, si assume una posizione lunga su un Interest Rate Swap obbligandosi a pagare il tasso swap fisso ( $CMS$ ) e ricevendo in cambio un pagamento al tasso variabile LIBOR ( $L_t$ ). Nell'altro lato invece si acquista un titolo di stato ( $CMT$ ) con la stessa scadenza dello swap, finanziandosi con un Repurchase Agreement e quindi al tasso REPO ( $r_t$ ). Ci troveremo quindi nella seguente situazione: le cedole derivanti dal Titolo di Stato posseduto verranno utilizzate per effettuare il pagamento fisso dovuto nello Swap, mentre quanto riceviamo dalla parte variabile dello Swap verrà utilizzata per pagare gli interessi sulla somma presa in prestito. Ovviamente la strategia resta valida assumendo tutte le posizioni opposte a quelle descritte. È possibile sintetizzare la strategia attraverso la

---

<sup>28</sup> Cfr. Duarte, Longstaff e Yu (2006)

somma algebrica dei pay-off delle singole posizioni che dovrà essere uguale a zero, se è vera la relazione di arbitraggio.

$$(CMT - CMS) - (r_t - L_t) = 0$$

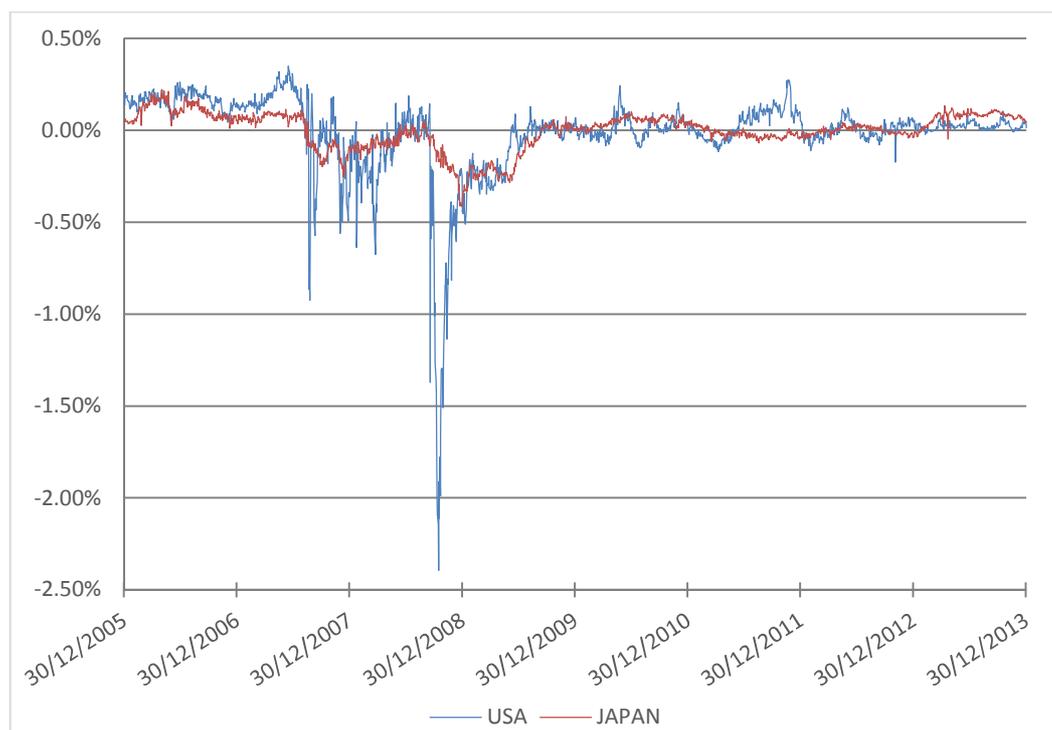
Lo Swap Spread vero e proprio corrisponde alla prima differenza poiché tale termine indica lo scarto tra il tasso d'interesse sui titoli di stato ed il tasso Swap del mercato, tuttavia la strategia sullo Swap Spread deve tenere conto del finanziamento del portafoglio costruito.

Ancora una volta se il mercato funziona correttamente, non è possibile ottenere un profitto da questa strategia poiché vengono comparati flussi di cassa identici oppure, qualora i flussi di cassa non fossero proprio identici, il fenomeno verrebbe bilanciato dai tassi delle due parti della strategia. Va sottolineato in proposito che anche in questa tipologia di arbitraggio, come la CIP, il rischio di credito è minimo visto che da una parte abbiamo un Titolo di Stato e dall'altra un normale Swap sul tasso d'interesse che è sempre molto trattato nei mercati.

Passando all'applicazione pratica, sono stati calcolati i pay-off della strategia sullo Swap Spread, utilizzando la formula appena enunciata, nei contesti di Stati Uniti e Giappone con due orizzonti temporali diversi, ottenendo due serie storiche. In questo caso abbiamo dovuto ridurre l'attenzione sul mercato europeo, escludendolo, per vari motivi. Anche se sono "in cantiere", ad oggi non esistono Eurobond che ci permetterebbero di intraprendere tale analisi, mentre considerare solo un paese del vecchio continente sarebbe stato riduttivo e fuorviante. La diversità degli orizzonti temporali suddetta dipende dalla liquidità del mercato analizzato: per gli USA il mercato dei bond più liquido sembra essere quello ad 1 anno, mentre per il Giappone risulta più liquido il mercato a 5 anni. È stato invece equiparato l'intervallo di rinnovo dello swap, ponendolo pari a 3 mesi. Avremo quindi la differenza tra bond e swap a 1 anno nel

contesto USA e la differenza tra bond e swap a 5 anni in quello giapponese, con pagamenti ogni 3 mesi in entrambi i contesti.

**Figura 3: Strategie su Swap Spread**



Le due serie ottenute vengono rappresentate in fig. 3. Ad un primo impatto notiamo che questa tipologia di arbitraggio è sicuramente meno stabile e robusta della Covered Interest Parity, ma questo era prevedibile essendo il mercato valutario molto più liquido di quello obbligazionario. Spicca inoltre l'entità del pay-off calcolato per il contesto USA alla fine del 2008, ma anche nella seconda parte del 2007. Potremmo dire che tale strategia ha risentito maggiormente delle tensioni derivanti dalla crisi dei mutui subprime prima e dal fallimento Lehman Brothers poi, proprio perché incentrata sul mercato dei titoli a reddito fisso e sul contesto Americano. Notiamo infatti che queste tensioni

emergono anche dal payoff della strategia nel contesto giapponese, ma in maniera molto meno marcata. Complessivamente possiamo perciò confermare che le relazioni di arbitraggio analizzate, sono state violate, anche pesantemente e per lunghi intervalli, durante la recente crisi finanziaria, occorre quindi trovare il fattore generico alla base che ha reso possibile il verificarsi di tali fenomeni.

Con le 11 serie storiche ottenute proviamo a replicare il Systemic Liquidity Risk Index (SLRI) di Severo sfruttando la stessa metodologia. Ovviamente il nostro indice non coinciderà con il SLRI originale poiché considera meno violazioni di arbitraggi, oltre a differire nella selezione dei dati stessi, ma è un tentativo per valutare se l'idea alla base può essere confermata anche con una versione ridotta dell'indice<sup>29</sup>. In caso positivo, potremmo suggerire una riduzione dell'originale così da alleggerire il carico di dati necessari per il calcolo, rendendolo quindi più semplice.

Per la ricerca del fattore comune che potrebbe spiegare il comportamento delle 11 serie disponibili ricorriamo alla matematica applicata alla statistica. L'analisi delle componenti principali (PCA) rappresenta infatti un'applicazione statistica della decomposizione spettrale e può essere vista, in un contesto più finanziario, come un utile strumento di aggregazione di più serie, estrapolando solo i segnali comuni e rilevanti. Per lo strumento in questione preferiamo descrivere il significato ed i risvolti da un punto di vista economico, evitando gli aspetti teorici alla base dello stesso ormai noti e affermati nella letteratura in materia.

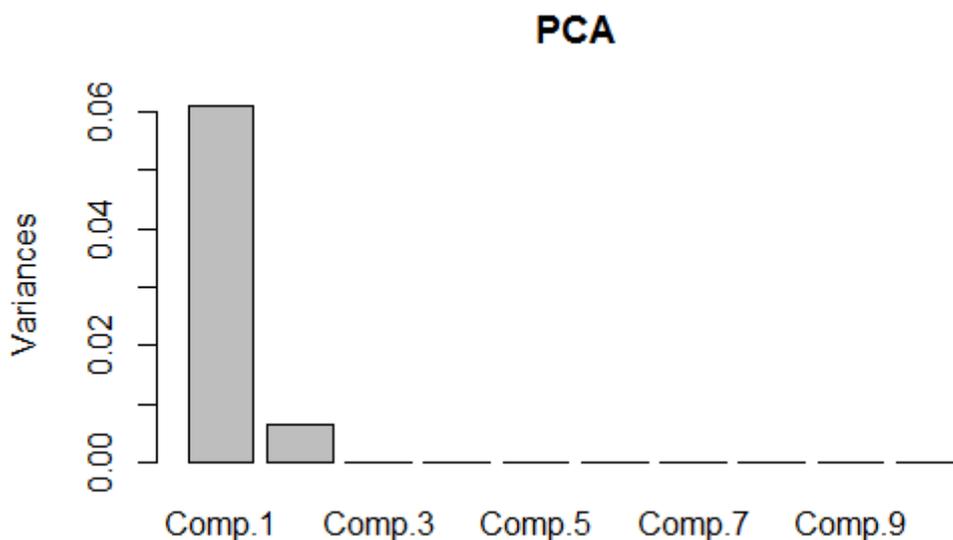
L'Analisi dei Componenti Principali consiste nella scomposizione della matrice della varianza delle  $n$  serie analizzate in autovettori e autovalori in modo da

---

<sup>29</sup> Anche Gianfelice, Marotta e Torricelli (2013) calcolano un SLRI "parsimonioso".

ottenere  $n$  fattori, attraverso particolari combinazioni lineari delle serie stesse. La rilevanza del modello sta nel fatto che gli  $n$  fattori risultano ordinati in maniera decrescente rispetto alla loro capacità di spiegare la varianza complessiva delle serie, o meglio, scorrendo dal primo fattore all'ultimo, ogni fattore "spiegherà" una quota parte della varianza maggiore rispetto al successivo. Per afferrare appieno tale concetto presentiamo in fig. 4 l'istogramma che indica la quota di varianza spiegata da ogni fattore, già applicato alle nostre 11 violazioni di arbitraggi<sup>30</sup>.

**Figura 4: Quote varianza dei fattori**

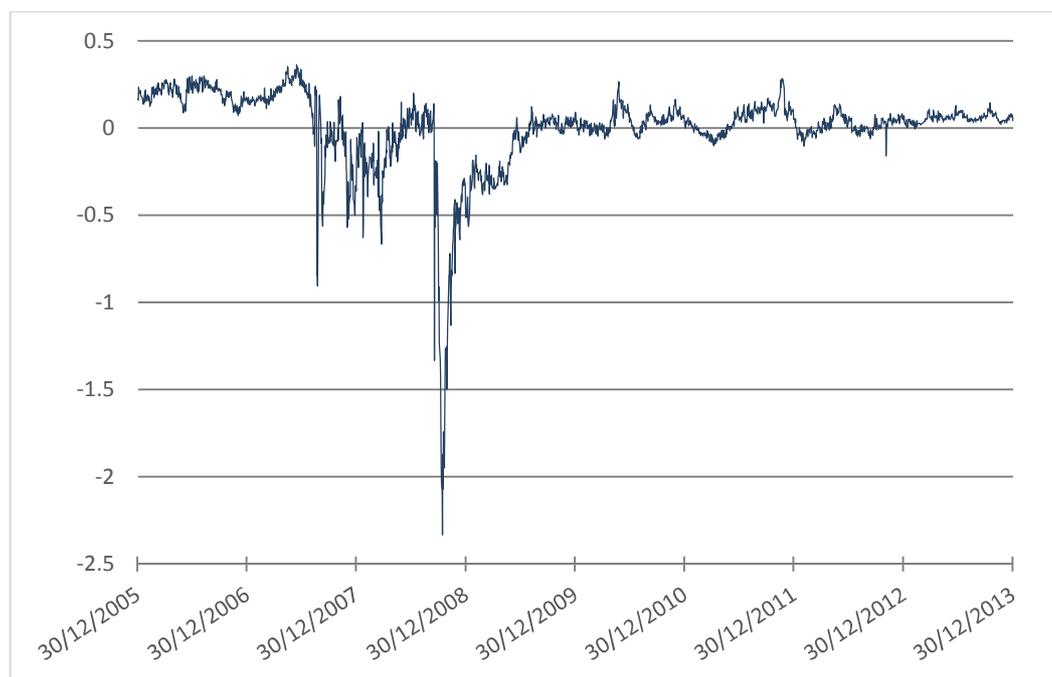


È evidente che il primo fattore riesce a spiegare la maggior parte della varianza, circa il 90%, e quindi è il più importante e significativo. Va fatta una piccola precisazione, i fattori o componenti, come vengono chiamati in figura, sono 11 cioè pari al numero di serie ma l'ultimo fattore non viene rappresen-

<sup>30</sup> Il software econometrico utilizzato è R ed il relativo codice viene riportato in appendice.

tato in figura per una limitazione del software, ma comunque è irrilevante per ciò può essere tralasciato. Rispetto a quanto ottenuto da Severo, il comportamento dei fattori in questa analisi attribuisce molta più importanza al primo. Ciò potrebbe essere visto sia come segnale della bontà dell'indice di liquidità sistemico ridotto ma anche come conferma dell'idea alla base di queste analisi. Le violazioni degli arbitraggi registrate nel corso della crisi finanziaria possono essere spiegate da un fattore comune che ha agito solo indirettamente su tali violazioni: il livello di liquidità sistemico. Il Systemic Liquidity Risk Index (SLRI) corrisponderà quindi al primo fattore della PCA, vista anche la significatività che riesce a dimostrare. Per distinguerlo da quello originale chiameremo il nostro indice SLRI ridotto, il quale viene riportato in fig. 5.

**Figura 5: SLRI ridotto**



Prima di commentare l'andamento dell'indice ottenuto, occorre precisare che si tratta di un indice che misura il livello di liquidità ma in termini puri, cioè il

livello normale di liquidità dei mercati corrisponde al valore zero dell'indice. Per cui, valori inferiori allo zero indicano che la liquidità disponibile complessivamente nel sistema è inferiore a quella necessaria. Non possiamo dire però che vale anche l'opposto perché, per come è stato costruito l'indice, l'abbondanza di liquidità non ha conseguenze sulle relazioni di arbitraggio. In ogni caso questa constatazione non va a minare l'analisi, visto che l'obiettivo è solo la valutazione dell'insufficienza di liquidità.

Andiamo quindi ad analizzare graficamente l'andamento dell'indice trovato. Questo segnala che le prime tensioni vengono registrate nella seconda metà del 2007, attestandosi su livelli leggermente negativi fino a marzo 2008. Dopo un breve ritorno alla normalità, il SLRI ridotto mostra un periodo di elevata criticità sui mercati finanziari. L'avvio della fase fortemente negativa per l'indice coincide proprio con il famoso 15 settembre 2008, giorno in cui venne reso noto il fallimento della banca americana Lehman Brothers. Il panico creato da questo fenomeno produsse un congelamento dei mercati finanziari e quindi dei mercati della liquidità, dando vita ad uno shock che viene adeguatamente rappresentato dall'indice. La precipitosa discesa del SLRI ridotto si conclude, non a caso, intorno al 14 ottobre 2008, giorno in cui si registra una ripresa generalizzata delle borse mondiali dopo il lungo periodo negativo. Dopo il ritorno su valori normali, che comunque non è rapido, l'indice presenta solo piccole oscillazioni che non hanno importanza primaria. Riguardo questo periodo va però sottolineato che l'indice non evidenzia tensioni rilevanti nel corso della crisi del debito sovrano. Si potrebbe dire che questa mancanza sia dovuta alla scelta delle serie storiche da considerare, e quindi un segnale di incompletezza del modello, ma è anche vero che tale crisi non può essere vista

come una crisi di liquidità vera e propria, perciò tale situazione rafforza la capacità dell'indice di valutare il livello di liquidità del sistema.

L'analisi grafica compiuta ci permette di dire che il nostro indice ridotto mostra un buon andamento, cioè riesce a riflettere quanto è realmente accaduto durante la crisi. L'andamento è inoltre simile a quello del SLRI originale, nonostante la riduzione operata in questa analisi, perciò possiamo sostenere che un alleggerimento dei dati necessari per il calcolo non comporta una perdita di informazione rilevante. Dai riferimenti temporali dei livelli dell'indice riportati nell'analisi appena svolta, possiamo desumere che questo non ha poteri predittivi ma comunque riesce ad individuare correttamente i momenti di maggiore criticità della liquidità, motivo per cui è stato costruito. Questa caratteristica, tuttavia, non deve sorprendere perché il mancato sfruttamento dell'arbitraggio consegue la mancanza di liquidità e non viceversa.

Non possiamo ovviamente limitare la validazione del SLRI ridotto alla sola analisi grafica perciò proseguiamo con l'analisi empirica dello stesso, valutando il suo impatto su prezzi e volatilità di un campione di banche europee.

### **3.2 - La valutazione dell'indice**

Sono state selezionate 46 banche europee seguendo il criterio dimensionale relativamente al totale attivo<sup>31</sup>. Tutte le banche considerate sono quotate in mercati regolamentati e dispongono di serie di prezzi complete in tutto l'arco temporale in considerazione, che lo ricordiamo va dal 30/12/2005 al 31/12/2013. Il criterio dimensionale appare il più logico per l'analisi che stiamo svolgendo perché, ovviamente, le istituzioni finanziarie più grandi sono

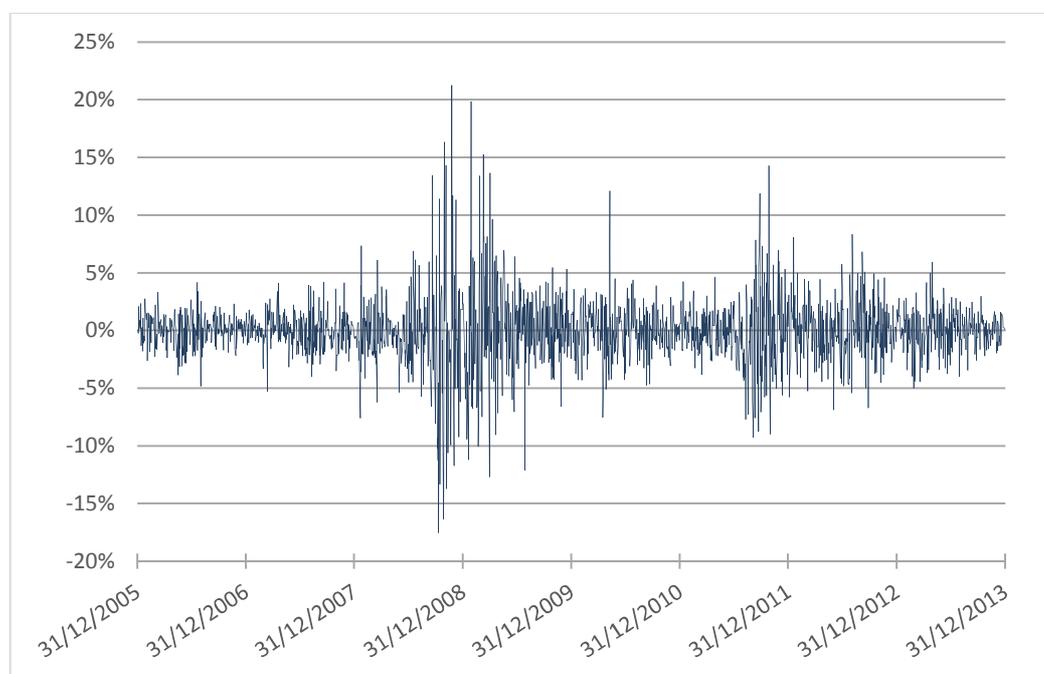
---

<sup>31</sup> La lista delle banche incluse nel campione e la relativa distribuzione territoriale vengono riportate in appendice.

quelle con più importanza sistemica e quindi potenzialmente più coinvolte nel rischio in considerazione. La scelta di concentrarsi sul “vecchio continente” è invece più soggettiva ed è stata effettuata per particolarizzare l’analisi in un contesto specifico.

Di queste 46 istituzioni finanziarie calcoliamo i rendimenti logaritmici e, a titolo esemplificativo, riportiamo in fig. 6 la serie dei rendimenti di una banca qualsiasi del campione, per facilitare la comprensione degli argomenti trattati.

**Figura 6: Rendimenti del titolo “Deutsche Bank”**



Ovviamente non tutte le banche presentano andamenti simili ma con questa rappresentazione si vuole richiamare qualche concetto fondamentale. Innanzitutto è possibile ravvisare dei cluster di volatilità con aumento notevole della stessa proprio intorno al periodo critico di fine 2008 evidenziato precedente-

mente. Tale eteroschedasticità viene confermata, come normale, in tutte le serie dei rendimenti, dove ugualmente a quella riportata si registrano aumenti più o meno marcati della volatilità in corrispondenza dello stesso periodo critico. Un altro periodo di tensione vissuto dai mercati, e riflesso in un aumento della volatilità di questa e di altre serie, cade nella seconda metà del 2011, proprio in corrispondenza della crisi del debito sovrano. Tale circostanza però discende dalla caratterizzazione europea del campione.

Considerando il normale comportamento eteroschedastico delle serie e l'obiettivo di valutare la significatività del SLRI ridotto su rendimenti e volatilità delle banche, dobbiamo per forza ricorrere ad un modello di analisi appartenente alla famiglia dei General Auto-Regressive Conditional Heteroscedasticity o GARCH. Occorre però apportare una modifica alla formulazione di base del modello per poter includere nella stima il nostro indice di liquidità sistemico e altre variabili. Andremo quindi ad aggiungere nelle formule di media e varianza del modello GARCH che sceglieremo, vari regressori esterni, con due finalità: valutare la rilevanza dell'indice di liquidità sistemico sulle due componenti e valutare se questa permane aggiungendo altri regressori che potrebbero rappresentare altri fenomeni, in una sorta di controllo di robustezza dell'indice.

L'aggiunta di regressori esterni, soprattutto nella formula della varianza condizionata, costringe, vista l'obbligatoria positività della varianza, ad utilizzare o un  $GARCH(p, q)$  elevando ad esponenziale i regressori esterni, oppure un  $eGARCH^{32}(p, q)$  che già include nella sua definizione originaria l'elevamento ad esponenziale dell'intera equazione per la varianza condizionata, all'interno della quale possiamo aggiungere senza problemi i regressori esterni. Sebbene Severo (2012) ricorra alla prima alternativa, in questa analisi preferiamo la

---

<sup>32</sup> Anche chiamato GARCH Esponenziale

seconda perché l'aggiunta appare meno forzata. Questa scelta inoltre permette di differenziare la stima ed eventualmente rafforzare i risultati ottenuti.

Un'analisi più approfondita del modello GARCH Esponenziale viene proposta in appendice, in questa sede preferiamo indicare solamente le formule "modificate" di media e varianza, utilizzate nelle prossime regressioni, con lo scopo di agevolare la comprensione delle stime. È stato selezionato un eGARCH(1,1) con la seguente struttura, dove tralasciamo l'indice  $i$  per semplificare la notazione<sup>33</sup>:

per il rendimento

$$y_t = \mu + \beta_M Rm_t + \beta_L SLRI_t + \beta_X X_t + \sqrt{h_t} \epsilon_t$$

e per la log-varianza

$$\ln h_t = \alpha_0(1 - \alpha_1) + \theta \epsilon_{t-1} + \gamma[|\epsilon_{t-1}| - E(|\epsilon_{t-1}|)] + \alpha_1 \ln h_{t-1} \\ + \delta_L(SLRI_t - \alpha_1 SLRI_{t-1}) + \delta_V(V_t - \alpha_1 V_{t-1})$$

Dove:

- $Rm_t$  indica il rendimento del mercato, con coefficiente  $\beta_M$ . In particolare, è stato selezionato l'indice MSCI Europe che comprende tutti i principali titoli azionari quotati nei mercati europei. La restrizione all'Europa appare logica visto il campo di analisi. Va inoltre specificato che l'indice è generico, cioè non include solo titoli di istituzioni finanziarie, questo perché deve essere inteso come un regressore che permette di considerare l'andamento del mercato in generale, in un'ottica simile a quella del Capital Asset Pricing Model.

---

<sup>33</sup> L'indicizzazione sarebbe utile per segnalare che tali stime vengono effettuate per ogni serie dei rendimenti delle banche analizzate.

- $SLRI_t$  rappresenta il nostro Indice del Rischio di Liquidità Sistemico ridotto, inserito sia nella formula del rendimento, con relativo coefficiente  $\beta_L$ , che in quella della varianza, con coefficiente  $\delta_L$ . Proprio questi termini ci permettono di valutare la significatività dell'indice sulle due grandezze.
- $X_t$  è il termine generico nel rendimento che assumerà valori diversi in ogni regressione proposta, in maniera tale da permettere il controllo di robustezza<sup>34</sup>, a cui deve essere sottoposto l'indice.
- $V_t$  è invece il termine generico nella varianza che ugualmente assumerà valori diversi, sempre con lo scopo di valutare la robustezza dell'indice.
- I termini restanti sono termini base dell'eGARCH, come viene mostrato in appendice.

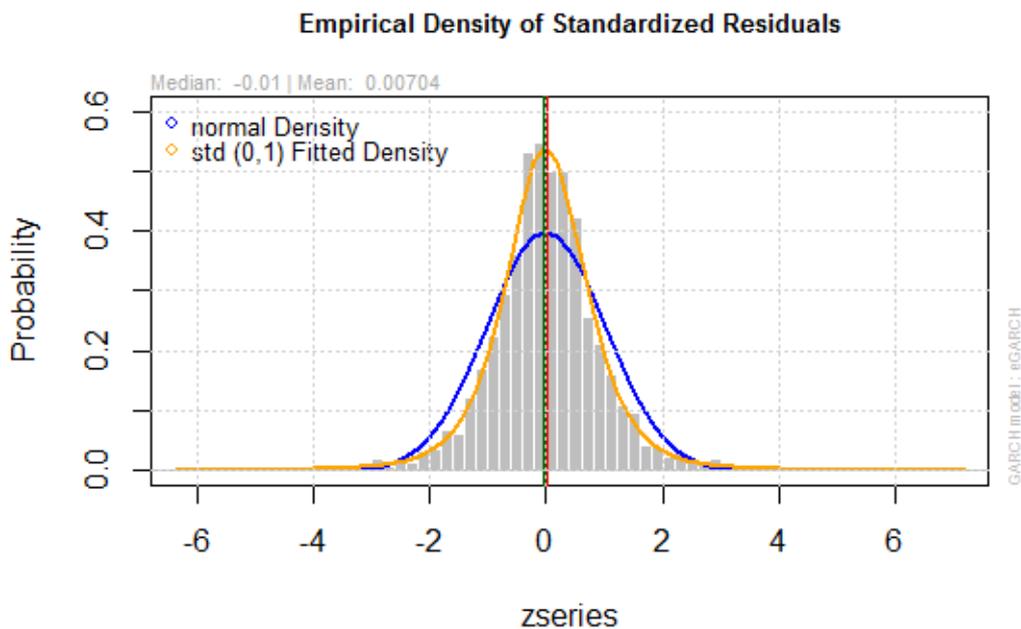
Per valutare se anche in questo caso si verifica il classico comportamento leptocurtico delle serie storiche finanziarie, stimiamo il modello ipotizzando che l'innovazione  $\epsilon$  si distribuisca come una *t* di Student e confrontiamo i risultati con le stime derivanti dall'utilizzo della distribuzione Normale. I risultati ottenuti confermano la nostra ipotesi. Come emerge in figura 7, che riporta la densità empirica dei residui standardizzati per un titolo scelto a caso, la densità Normale, in blu, non appare affatto adeguata a stimare la distribuzione di tali residui mentre riesce a fare meglio la *t* di Student, in ocra. Notiamo infatti una

---

<sup>34</sup> Con robustezza dell'indice si intende la capacità dello stesso di rappresentare realmente il livello di liquidità e non altri fenomeni.

maggiore concentrazione di valori intorno alla media e nelle code della distribuzione che appaiono più spesse rispetto alla densità Normale. Tutto ciò viene confermato empiricamente da bassi gradi di libertà delle *t* di Student stimate.

**Figura 7: Confronto tra distribuzione Normale e *t* di Student**



Cogliamo l'occasione della rappresentazione grafica in fig. 7 per giustificare l'inserimento del drift  $\mu$  nella formula per il rendimento, visto che la media di questa, ma anche di altre, distribuzioni empiriche non è precisamente zero, come riportato graficamente con la linea rossa e numericamente sopra al grafico. Perciò in una stima attenta non possiamo tralasciare tale termine.

L'analisi procede quindi mostrando i risultati di 6 regressioni diverse sui 46 titoli bancari, mettendo in atto quanto descritto finora. Le stime sono state effettuate con il software econometrico R utilizzando il pacchetto "rugarch", per cui si ringrazia l'autore Alexios Ghalanos (2014).

## Regressione 1

La prima regressione proposta consiste in una regressione base, includendo il rendimento del mercato  $Rm_t$  e l'Indice di Liquidità ridotto  $SLRI_t$  ma escludendo controlli esterni, cioè le variabili  $X_t$  nel rendimento e  $V_t$  nella varianza, con l'obiettivo di valutare la significatività dell'indice in assoluto. Vengono quindi mostrati in tabella 1 i coefficienti stimati e le corrispondenti significatività relative ai p-value con la notazione classica<sup>35</sup>.

**Tabella 1: Regressione 1**

Banca	$\beta_M$	$\beta_{SLRI}$	$\delta_{SLRI}$
HSBC Holdings Plc	0.908 ***	-0.293 **	-2.573 ***
BNP Paribas	1.574 ***	-0.259	-2.263 ***
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	1.666 ***	-0.139	-1.971 ***
Deutsche Bank AG	1.500 ***	-0.045	-2.673 ***
Barclays Plc	1.615 ***	-0.217	-2.973 ***
Société Générale	1.704 ***	-0.274	-2.306 ***
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	1.493 ***	-0.143	-2.890 ***
Banco Santander SA	1.344 ***	-0.030	-1.718 ***
ING Groep NV	1.735 ***	-0.250	-2.865 ***
Lloyds Banking Group Plc	1.333 ***	-0.470 **	-2.996 ***
UniCredit SpA	1.483 ***	0.104	-1.779 ***
Nordea Bank AB (publ)	1.248 ***	-0.194	-2.463 ***
Intesa Sanpaolo	1.324 ***	-0.033	-1.340 ***
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	1.320 ***	-0.064	-1.399 ***
Commerzbank AG	1.534 ***	0.092	-2.148 ***
Natixis	1.483 ***	-0.226	-2.079 ***
Standard Chartered Plc	1.269 ***	-0.174	-2.541 ***
Danske Bank A/S	1.033 ***	-0.076	-2.020 ***
Dexia	1.263 ***	0.339 *	-2.441 ***
Svenska Handelsbanken	1.027 ***	-0.117	-2.087 ***
Skandinaviska Enskilda Banken AB	1.420 ***	0.135	-2.490 ***
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA	1.511 ***	-0.343 **	-2.648 ***
Swedbank AB	1.374 ***	0.068	-2.638 ***
Erste Group Bank AG	1.508 ***	-0.452 **	-2.234 ***

<sup>35</sup> Significatività: \* = p-value < 10%; \*\* = p-value < 5%; \*\*\* = p-value < 1%

Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	0.997	***	0.064	-1.214	***
Banco de Sabadell SA	0.345	***	0.277	-1.314	***
Deutsche Postbank AG	0.566	***	-0.238	-2.459	***
Banco Popular Espanol SA	1.084	***	0.196	-1.339	***
Bank of Ireland-Governor&Company of the Bol	1.364	***	0.579	-3.013	***
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	1.005	***	-0.091	-1.259	***
Allied Irish Banks plc	1.395	***	0.413	-2.536	***
National Bank of Greece SA	1.195	***	0.049	-0.947	***
Ageas	1.422	***	0.151	-3.206	***
Piraeus Bank SA	0.949	***	0.580	-0.744	***
Banco Espirito Santo SA	0.087	***	0.088	-2.092	***
Eurobank Ergasias SA	0.989	***	0.075	-0.460	**
Alpha Bank AE	0.988	***	0.278	-0.871	***
Banca popolare dell'Emilia Romagna	0.628	***	0.118	-0.804	***
Bankinter SA	1.193	***	0.129	-1.886	***
Banca Popolare di Milano SCaRL	1.181	***	-0.100	-1.120	***
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA	0.955	***	-0.170	-0.919	***
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	1.159	***	-0.508	-2.149	***
Banco BPI SA	0.731	***	0.184	-1.167	***
Permanent TSB Plc	1.228	***	-0.107	-2.735	***
OTP Bank Plc	1.215	***	0.174	-1.672	***
Komercni Banka	0.675	***	-0.073	-1.858	***

In questa prima regressione notiamo l'assoluta importanza del rendimento del mercato, come prevedibile, con beta positivi e compresi, quasi tutti, tra 0.5 e 1.5. Per quanto riguarda il SLRI ridotto si riscontra un comportamento diverso nelle due componenti, in tabella separate da una linea verticale. Nel rendimento tale variabile non sembra essere significativa, salvo alcuni casi, mentre risulta molto significativa nella stima della varianza condizionata. In questa seconda componente infatti i coefficienti stimati risultano tutti negativi e abbastanza lontani da 0 e questo fenomeno va a favore del nostro punto di vista poiché porta a tale considerazione: in caso di riduzione dell'indice SLRI ridotto, che ricordiamo implica una riduzione del livello di liquidità nel sistema, si registra un aumento della volatilità dei titoli bancari, che sta ad indicare un aumento delle tensioni sui mercati. Queste potrebbero derivare proprio dalla

mancanza di liquidità a livello sistemico. Sulla base di questa regressione emerge un collegamento notevole e diretto tra insufficienza di liquidità e tensione nei mercati ma occorre aggiungere altre variabili di mercato per valutare se questo collegamento persiste oppure se è solo rappresentativo di altri fenomeni che corrispondono a tipologie di rischio diverse da quello di liquidità sistemico. È proprio questo lo scopo delle prossime regressioni. Tornando all'analisi dell'impatto del SLRI ridotto nei rendimenti, va detto che la scarsa significatività registrata costituisce un problema per Gianfelice, Marotta e Torricelli (2013) perché, secondo loro, è sinonimo di inadeguatezza dell'indice a rappresentare il fenomeno ma a ciò potrebbe essere contrapposta la visione secondo cui il rischio di liquidità sistemico non è percettibile a livello di singolo operatore, come dimostra la difficoltà di calcolo dei singoli contributi, ma agisce sul sistema nel complesso per cui non ha impatti diretti sul rendimento ma influisce sulla volatilità. In conclusione possiamo ritenerci soddisfatti dalla regressione base poiché otteniamo un buon riscontro empirico del modello ipotizzato, cioè il modello non è da "cestinare", e una rilevante significatività del nostro indice nella stima della varianza, perciò possiamo proseguire nella nostra analisi.

## **Regressione 2**

In questa seconda regressione, al modello base appena analizzato viene aggiunta una variabile, i rendimenti del VSTOXX, nella formula della varianza cioè nel termine  $V_t$ . Il VSTOXX è un indice di volatilità quotato nel mercato EUREX che misura la volatilità delle opzioni a 3 mesi scritte sui titoli azionari quotati nell'indice EUROSTOXX 50 dello stesso mercato. Poiché l'indice EUROSTOXX 50 include i principali titoli azionari europei, anche questa scelta, per coerenza, è ricaduta su una variabile di scala europea. Il VSTOXX infatti è un

indice di volatilità paragonabile al più noto VIX<sup>36</sup>, ma adattato al contesto europeo.

Il VSTOXX viene interpretato come una misura di incertezza e avversione al rischio, per cui sembra evidente il motivo dell'inclusione nella sola varianza. L'inserimento di tale variabile nella regressione è utile per comprendere se il SLRI ridotto è solo un indice di volatilità, o meglio le sue variazioni sono dovute a tensioni di qualsiasi tipo nel mercato, o se effettivamente rappresenta qualcosa di più specifico, avvicinandosi all'obiettivo per cui è stato costruito.

**Tabella 2: Regressione 2**

<b>Banca</b>	$\beta_M$	$\beta_{SLRI}$	$\delta_{SLRI}$	$\delta_{VST}$
HSBC Holdings Plc	0.908 ***	-0.294 **	-2.573 ***	0.003
BNP Paribas	1.574 ***	-0.259	-2.263 ***	0.000
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	1.664 ***	-0.144	-1.958 ***	-0.006
Deutsche Bank AG	1.500 ***	-0.045	-2.673 ***	0.000
Barclays Plc	1.615 ***	-0.215	-2.972 ***	-0.001
Société Générale	1.702 ***	-0.257	-2.272 ***	-0.013 *
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	1.493 ***	-0.140	-2.890 ***	-0.001
Banco Santander SA	1.347 ***	-0.035	-1.724 ***	0.014 **
ING Groep NV	1.735 ***	-0.266 **	-2.890 ***	0.009
Lloyds Banking Group Plc	1.332 ***	-0.445 *	-2.983 ***	-0.007
UniCredit SpA	1.481 ***	0.093	-1.784 ***	0.008
Nordea Bank AB (publ)	1.248 ***	-0.194	-2.463 ***	0.000
Intesa Sanpaolo	1.327 ***	-0.040	-1.320 ***	0.015 **
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	1.324 ***	-0.060	-1.397 ***	0.010 *
Commerzbank AG	1.536 ***	0.103	-2.141 ***	-0.005
Natixis	1.483 ***	-0.226	-2.079 ***	-0.001
Standard Chartered Plc	1.267 ***	-0.168	-2.542 ***	-0.005
Danske Bank A/S	1.037 ***	-0.052	-1.998 ***	-0.013 **
Dexia	1.264 ***	0.337 **	-2.441 ***	-0.003
Svenska Handelsbanken	1.025 ***	-0.123	-2.081 ***	-0.007
Skandinaviska Enskilda Banken AB	1.418 ***	0.130	-2.487 ***	-0.006
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA	1.512 ***	-0.341 **	-2.644 ***	-0.004
Swedbank AB	1.374 ***	0.068	-2.638 ***	-0.001

<sup>36</sup> Indice di volatilità dell'indice azionario Americano S&P 500

Erste Group Bank AG	1.511	***	-0.461		-2.246	***	0.005
Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	0.995	***	0.074		-1.217	***	0.008
Banco de Sabadell SA	0.343	***	0.321	**	-1.308	***	0.014 *
Deutsche Postbank AG	0.562	***	-0.241		-2.452	***	0.021 ***
Banco Popular Espanol SA	1.083	***	0.189		-1.350	***	0.011
Bank of Ireland-Governor&Company of the Bol	1.363	***	0.589	*	-3.013	***	-0.004
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	1.007	***	-0.086		-1.265	***	0.008
Allied Irish Banks plc	1.395	***	0.413		-2.535	***	0.000
National Bank of Greece SA	1.195	***	0.056		-0.940	***	-0.008
Ageas	1.422	***	0.136		-3.215	***	0.006
Piraeus Bank SA	0.951	***	0.577	***	-0.708	***	-0.014 *
Banco Espirito Santo SA	0.085	***	0.056		-2.072	***	0.022 ***
Eurobank Ergasias SA	0.988	***	0.083		-0.443	**	-0.017 **
Alpha Bank AE	0.989	***	0.276		-0.869	***	-0.002
Banca popolare dell'Emilia Romagna	0.630	***	0.113		-0.796	***	-0.003
Bankinter SA	1.193	***	0.121		-1.888	***	-0.006
Banca Popolare di Milano SCaRL	1.181	***	-0.101		-1.120	***	0.000
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA	0.954	***	-0.169		-0.904	***	-0.006
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	1.159	***	-0.503	**	-2.142	***	0.005
Banco BPI SA	0.731	***	0.187		-1.165	***	-0.004
Permanent TSB Plc	1.227	***	-0.110		-2.734	***	0.003
OTP Bank Plc	1.214	***	0.177		-1.670	***	-0.004
Komercni Banka	0.675	***	-0.065		-1.859	***	-0.004

In tabella 2 vengono presentati i risultati della seconda regressione. Le evidenze della prima regressione vengono confermate anche nella presente, con significatività alta per il mercato e bassa per il SLRI nella stima del rendimento. Nella stima della varianza condizionata, inoltre, mantiene la sua notevole importanza il SLRI che unita alla scarsa rilevanza del VSTOXX<sup>37</sup>, risultato nuovo ottenuto con questa regressione, non fanno che confermare le nostre ipotesi. Va però segnalato un comportamento anomalo dei coefficienti del VSTOXX.

<sup>37</sup> Il cui coefficiente viene indicato in tabella con  $\delta_{VST}$

Questi, vista la relazione diretta con la volatilità, dovrebbero risultare tutti positivi, ma la scarsa rilevanza e la vicinanza allo zero potrebbero aver distorto lievemente le stime.

Nonostante aver inserito un termine che misura l'incertezza generica dei mercati, il SLRI ridotto non perde la sua importanza e resta negativo e significativo, permettendoci di desumere che questo rappresenta qualcosa di diverso rispetto a tensioni generiche. Ancora non possiamo fare riferimento diretto alla liquidità, cioè non possiamo dire che il SLRI rappresenta sicuramente l'andamento della liquidità sistemica, perché occorre valutare l'impatto di altre variabili di mercato, però escludere la volatilità generica è sicuramente un passo in avanti.

### **Regressioni 3, 4 e 5**

Un ulteriore rischio da valutare, che potrebbe spiegare l'andamento del SLRI ridotto, è il rischio di insolvenza. Questo gode di molta importanza nei mercati finanziari ed è collegato al rischio di liquidità, quindi potrebbe avvenire una commistione, difficile da chiarire. Perciò nelle prossime tre regressioni cercheremo di comprendere gli effetti e distinguere, se possibile, queste due tipologie di rischio, sempre nell'ottica di validazione del SLRI ridotto. Vista l'uniformità di obiettivo e di struttura, si preferisce presentare in contemporanea le tre regressioni in modo da ottenere una valutazione complessiva.

Le variabili scelte come proxy del rischio di insolvenza sono i rendimenti di tre diversi indici ITRAXX a 5 anni, i quali considerano l'andamento complessivo di contratti Credit Default Swap (CDS) di una determinata area o settore. Il CDS è infatti un utile strumento di copertura del rischio di credito. Anche in questo

caso, ovviamente, viene confermata la scelta europea poiché i tre indici che andremo ad utilizzare sono tutti a carattere europeo.

Vengono quindi inseriti i rendimenti di un indice dei CDS, specificato di caso in caso, sia nell'espressione del rendimento, nel termine generico  $X_t$ , che in quella della varianza, nel termine  $V_t$ . L'inserimento nella varianza deve essere visto come il principale, poiché vogliamo valutare se è il rischio di credito a determinare variazioni nella volatilità, finora spiegate dal SLRI, mentre l'inserimento nel rendimento risulta necessario perché i CDS vengono trattati nei mercati come normali strumenti finanziari e quindi potrebbero avere anche un impatto diretto sui titoli.

La regressione 3 utilizza i rendimenti dell'indice ITRAXX EUR generico, che include tutti i settori dell'attività economica, rinominato nella tabella dei risultati, n. 3, con CDS1. Questa regressione è utile per valutare il rischio di credito sistematico del mercato in termini complessivi, indistintamente dal tipo di attività.

Le regressioni 4 e 5 sono invece leggermente più specifiche in quanto nella prima vengono inseriti i rendimenti dell'ITRAXX EUR Senior Financial, rinominati con CDS2, mentre nella seconda quelli dell'ITRAXX EUR Sub Financial, che prendono il nome di CDS3. Ci concentriamo quindi sul settore finanziario per considerare il rischio di credito sempre sistematico ma ristretto al settore di appartenenza dei titoli analizzati. Potrebbe infatti verificarsi che le variazioni delle volatilità dei titoli bancari non possano essere spiegate dal rischio di credito generico bensì da quello specifico del settore, considerando la forte correlazione tra i rendimenti bancari. L'ulteriore distinzione tra Senior Financial, che include solo titoli di istituzioni finanziarie di primo ordine, e Sub Financial,

che aggrega tutti i titoli del settore, viene effettuata nella stessa ottica. I risultati vengono presentati nelle tabelle 4 e 5.

**Tabella 3: Regressione 3**

<b>Banca</b>	$\beta_M$	$\beta_{SLRI}$	$\beta_{CDS1}$	$\delta_{SLRI}$	$\delta_{CDS1}$
HSBC Holdings Plc	0.893 ***	-0.281 **	-0.007	-2.573 ***	-0.012
BNP Paribas	1.455 ***	-0.249 *	-0.058 ***	-2.220 ***	-0.003
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	1.516 ***	-0.108	-0.079 ***	-1.924 ***	-0.012
Deutsche Bank AG	1.373 ***	-0.041	-0.059 ***	-2.712 ***	-0.007
Barclays Plc	1.493 ***	-0.197	-0.062 ***	-2.947 ***	-0.011
Société Générale	1.503 ***	-0.236	-0.103 ***	-2.285 ***	-0.023 **
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	1.349 ***	-0.170	-0.068 ***	-2.934 ***	-0.006
Banco Santander SA	1.251 ***	-0.006	-0.045 ***	-1.712 ***	0.008
ING Groep NV	1.626 ***	-0.216	-0.057 ***	-2.898 ***	0.011
Lloyds Banking Group Plc	1.274 ***	-0.453 **	-0.027 **	-2.972 ***	-0.015
UniCredit SpA	1.379 ***	0.164	-0.051 ***	-1.770 ***	0.018
Nordea Bank AB (publ)	1.216 ***	-0.180	-0.013 **	-2.445 ***	-0.006
Intesa Sanpaolo	1.239 ***	-0.013	-0.044 ***	-1.331 ***	0.013
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	1.205 ***	-0.080	-0.061 ***	-1.368 ***	-0.002
Commerzbank AG	1.382 ***	0.158	-0.070 ***	-2.157 ***	-0.012
Natixis	1.249 ***	-0.167	-0.111 ***	-2.079 ***	-0.005
Standard Chartered Plc	1.205 ***	-0.095	-0.028 ***	-2.540 ***	-0.016
Danske Bank A/S	0.970 ***	-0.038	-0.031 ***	-2.002 ***	-0.015
Dexia	1.160 ***	0.367 **	-0.053 ***	-2.419 ***	-0.008
Svenska Handelsbanken	1.009 ***	-0.098	-0.007	-2.084 ***	-0.016
Skandinaviska Enskilda Banken AB	1.368 ***	0.150	-0.024 **	-2.488 ***	-0.006
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA	1.342 ***	-0.277 *	-0.086 ***	-2.660 ***	-0.003
Swedbank AB	1.306 ***	0.078	-0.028 ***	-2.617 ***	-0.007
Erste Group Bank AG	1.303 ***	-0.359	-0.096 ***	-2.270 ***	0.000
Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	0.930 ***	0.090	-0.033 ***	-1.192 ***	0.009
Banco de Sabadell SA	0.277 ***	0.308 **	-0.032 ***	-1.285 ***	0.015
Deutsche Postbank AG	0.521 ***	-0.236	-0.019 *	-2.475 ***	0.028 **
Banco Popular Espanol SA	0.984 ***	0.229	-0.055 ***	-1.298 ***	-0.011
Bank of Ireland-Governor&Company of the Bol	1.252 ***	0.600 **	-0.045 ***	-3.036 ***	-0.018
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	0.944 ***	-0.087	-0.033 **	-1.257 ***	-0.003
Allied Irish Banks plc	1.317 ***	0.408 **	-0.034	-2.523 ***	-0.020 *
National Bank of Greece SA	0.975 ***	0.142	-0.102 ***	-0.895 ***	-0.021 *
Ageas	1.319 ***	0.151	-0.057 ***	-3.197 ***	0.013
Piraeus Bank SA	0.766 ***	0.666 ***	-0.093 ***	-0.674 ***	-0.026 **
Banco Espirito Santo SA	0.049 ***	0.065	-0.020 ***	-2.064 ***	0.032 **

Eurobank Ergasias SA	0.854	***	0.156	-0.070	***	-0.422	*	-0.028	**
Alpha Bank AE	0.828	***	0.349	-0.078	***	-0.818	***	-0.002	
Banca popolare dell'Emilia Romagna	0.470	***	0.141	-0.088	***	-0.790	***	-0.016	
Bankinter SA	1.055	***	0.180	-0.069	***	-1.815	***	-0.022	**
Banca Popolare di Milano SCaRL	1.046	***	-0.067	-0.066	**	-1.062	***	0.000	
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA	0.866	***	-0.119	-0.042	***	-0.906	***	-0.006	
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	1.043	***	-0.464	**	-0.064	***	-2.180	***	0.003
Banco BPI SA	0.589	***	0.226	-0.075	***	-1.140	***	-0.006	
Permanent TSB Plc	1.048	***	-0.108	-0.074	***	-2.746	***	0.020	
OTP Bank Plc	1.124	***	0.163	-0.040	***	-1.659	***	0.000	
Komercni Banka	0.593	***	-0.043	-0.038	**	-1.870	***	0.000	

*Tabella 4: Regressione 4*

Banca	$\beta_M$		$\beta_{SLRI}$		$\beta_{CDS2}$		$\delta_{SLRI}$		$\delta_{CDS2}$	
HSBC Holdings Plc	0.888	***	-0.287	**	-0.009	*	-2.574	***	-0.011	
BNP Paribas	1.461	***	-0.222		-0.052	***	-2.242	***	0.004	
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	1.550	***	-0.098		-0.061	***	-1.946	***	-0.012	
Deutsche Bank AG	1.396	***	-0.053		-0.047	***	-2.753	***	0.001	
Barclays Plc	1.497	***	-0.218		-0.055	***	-2.967	***	-0.005	
Société Générale	1.554	***	-0.253		-0.078	***	-2.343	***	-0.013	
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	1.344	***	-0.207		-0.065	***	-2.973	***	-0.002	
Banco Santander SA	1.264	***	-0.003		-0.039	***	-1.718	***	0.009	
ING Groep NV	1.632	***	-0.178		-0.055	***	-2.948	***	0.020	**
Lloyds Banking Group Plc	1.280	***	-0.452	*	-0.026	***	-2.997	***	-0.004	
UniCredit SpA	1.360	***	0.181		-0.060	***	-1.783	***	0.011	
Nordea Bank AB (publ)	1.225	***	-0.184		-0.010		-2.464	***	0.007	
Intesa Sanpaolo	1.224	***	0.040		-0.053	***	-1.376	***	0.012	
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	1.223	***	-0.068		-0.051	***	-1.355	***	0.003	
Commerzbank AG	1.393	***	0.137		-0.064	***	-2.162	***	0.003	
Natixis	1.296	***	-0.190		-0.083	***	-2.062	***	-0.003	
Standard Chartered Plc	1.233	***	-0.130		-0.015	**	-2.520	***	-0.012	
Danske Bank A/S	0.973	***	-0.041		-0.027	***	-2.015	***	-0.009	
Dexia	1.156	***	0.359	**	-0.056	***	-2.416	***	-0.001	
Svenska Handelsbanken	1.021	***	-0.113		-0.002		-2.081	***	-0.006	
Skandinaviska Enskilda Banken AB	1.389	***	0.133		-0.014	*	-2.486	***	-0.002	
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA	1.394	***	-0.309		-0.058	***	-2.654	***	0.002	
Swedbank AB	1.332	***	0.080		-0.017	**	-2.639	***	0.007	
Erste Group Bank AG	1.341	***	-0.394	*	-0.075	***	-2.269	***	-0.001	
Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	0.942	***	0.096		-0.027	***	-1.210	***	0.004	
Banco de Sabadell SA	0.304	***	0.300	*	-0.017	**	-1.297	***	0.011	

Deutsche Postbank AG	0.543	***	-0.228		-0.010		-2.489	***	0.022	**
Banco Popular Espanol SA	0.989	***	0.202		-0.054	***	-1.319	***	-0.005	
Bank of Ireland-Governor&Company of the Bol	1.283	***	0.617	**	-0.033	**	-3.045	***	0.001	
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	0.924	***	-0.047		-0.045	***	-1.277	***	0.007	
Allied Irish Banks plc	1.355	***	0.434	**	-0.017		-2.527	***	-0.008	
National Bank of Greece SA	1.050	***	0.139		-0.061	***	-0.894	***	-0.014	
Ageas	1.319	***	0.151		-0.058	***	-3.230	***	0.016	*
Piraeus Bank SA	0.801	***	0.701	***	-0.069	***	-0.698	***	-0.018	*
Banco Espirito Santo SA	0.061	***	0.055		-0.012	***	-2.090	***	0.029	***
Eurobank Ergasias SA	0.878	***	0.152		-0.053	***	-0.420	*	-0.019	*
Alpha Bank AE	0.880	***	0.360		-0.048	***	-0.840	***	-0.003	
Banca popolare dell'Emilia Romagna	0.503	***	0.149		-0.067	***	-0.818	***	-0.010	
Bankinter SA	1.100	***	0.166		-0.043	***	-1.810	***	-0.010	
Banca Popolare di Milano SCaRL	1.078	***	-0.042		-0.048	***	-1.087	***	0.008	
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA	0.878	***	-0.119		-0.034	***	-0.922	***	0.006	
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	1.047	***	-0.442	**	-0.057	***	-2.200	***	0.013	
Banco BPI SA	0.590	***	0.248		-0.073	***	-1.137	***	0.000	
Permanent TSB Plc	1.140	***	-0.149		-0.040	***	-2.756	***	0.017	*
OTP Bank Plc	1.154	***	0.205		-0.025	**	-1.661	***	-0.002	
Komercni Banka	0.620	***	-0.044		-0.023	**	-1.878	***	0.005	

*Tabella 5: Regressione 5*

Banca	$\beta_M$		$\beta_{SLRI}$		$\beta_{CDS3}$		$\delta_{SLRI}$		$\delta_{CDS3}$	
HSBC Holdings Plc	0.878	***	-0.284	*	-0.014	***	-2.583	***	-0.010	
BNP Paribas	1.477	***	-0.246	**	-0.043	***	-2.247	***	0.009	
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	1.541	***	-0.098		-0.064	***	-1.938	***	-0.009	
Deutsche Bank AG	1.396	***	-0.034		-0.049	***	-2.746	***	0.008	
Barclays Plc	1.504	***	-0.193		-0.054	***	-2.970	***	-0.002	
Société Générale	1.551	***	-0.244		-0.078	***	-2.327	***	-0.005	
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	1.318	***	-0.190		-0.080	***	-2.981	***	-0.003	
Banco Santander SA	1.265	***	0.007		-0.038	***	-1.726	***	0.011	
ING Groep NV	1.628	***	-0.186		-0.058	***	-2.919	***	0.015	*
Lloyds Banking Group Plc	1.286	***	-0.445	*	-0.022	**	-2.985	***	-0.006	
UniCredit SpA	1.365	***	0.159		-0.055	***	-1.808	***	0.011	
Nordea Bank AB (publ)	1.251	***	-0.193		0.001		-2.472	***	0.005	
Intesa Sanpaolo	1.255	***	0.020		-0.039	***	-1.363	***	0.018	**
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	1.226	***	-0.048		-0.049	***	-1.348	***	0.004	
Commerzbank AG	1.375	***	0.120		-0.069	***	-2.146	***	0.007	
Natixis	1.278	***	-0.202		-0.092	***	-2.054	***	-0.006	

Standard Chartered Plc	1.220	***	-0.136	-0.021	***	-2.531	***	-0.007
Danske Bank A/S	0.980	***	-0.054	-0.024	**	-1.999	***	-0.011
Dexia	1.151	***	0.354	-0.055	***	-2.408	***	-0.002
Svenska Handelsbanken	1.029	***	-0.119	0.001		-2.087	***	0.000
Skandinaviska Enskilda Banken AB	1.387	***	0.184	-0.016		-2.482	***	-0.003
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA	1.381	***	-0.290	-0.061	***	-2.686	***	0.000
Swedbank AB	1.338	***	0.085	-0.015	*	-2.638	***	0.005
Erste Group Bank AG	1.334	***	-0.429	-0.078	***	-2.256	***	-0.003
Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	0.956	***	0.091	-0.020	**	-1.222	***	0.006
Banco de Sabadell SA	0.316	***	0.293	* -0.012	*	-1.303	***	0.009
Deutsche Postbank AG	0.538	***	-0.226	-0.013		-2.478	***	0.019
Banco Popular Espanol SA	0.991	***	0.216	-0.054	***	-1.311	***	-0.007
Bank of Ireland-Governor&Company of the Bol	1.290	***	0.589	** -0.030	**	-3.021	***	-0.005
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	0.943	***	-0.076	-0.033	***	-1.258	***	0.007
Allied Irish Banks plc	1.349	***	0.424	-0.020		-2.509	***	-0.010
National Bank of Greece SA	1.040	***	0.142	-0.062	***	-0.893	***	-0.015
Ageas	1.316	***	0.152	-0.057	***	-3.229	***	0.013
Piraeus Bank SA	0.789	***	0.677	*** -0.074	***	-0.676	***	-0.017
Banco Espirito Santo SA	0.056	***	0.057	-0.015	***	-2.100	***	0.034
Eurobank Ergasias SA	0.869	***	0.187	-0.054	***	-0.379	*	-0.022
Alpha Bank AE	0.882	***	0.331	-0.045	***	-0.824	***	-0.009
Banca popolare dell'Emilia Romagna	0.514	***	0.179	* -0.057	***	-0.798	***	-0.004
Bankinter SA	1.108	***	0.163	-0.039	***	-1.811	***	-0.009
Banca Popolare di Milano SCarL	1.089	***	-0.061	-0.043	***	-1.099	***	0.011
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA	0.883	***	-0.123	-0.032	***	-0.920	***	0.001
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	1.059	***	-0.436	*** -0.052	***	-2.219	***	0.022
Banco BPI SA	0.590	***	0.231	-0.070	***	-1.141	***	0.001
Permanent TSB Plc	1.127	***	-0.137	-0.048	***	-2.756	***	0.020
OTP Bank Plc	1.156	***	0.198	-0.027	**	-1.665	***	0.001
Komercni Banka	0.599	***	-0.036	-0.032	***	-1.881	***	0.003

Anche queste tre regressioni, che mostrano risultati molto simili, confermano i risultati ottenuti precedentemente. Il SLRI non perde la sua forte significatività nella stima della varianza dei rendimenti bancari, mantenendo coefficienti rilevanti e negativi anche dopo aver “controllato” per l’andamento degli indici dei Credit Default Swap. Questi infatti mostrano scarsa rilevanza nello studio della varianza, che si contrappone a una buona significatività nella stima del rendimento. Dando uno sguardo al segno dei coefficienti degli indici di CDS,

notiamo che nel caso del rendimento questi sono tutti significativi e negativi, salvo rarissime eccezioni, a conferma della relazione inversa tra rischio di credito e rendimento azionario di un soggetto. Mentre invece nel caso della varianza non riusciamo a definire una prevalenza di segno, che potrebbe essere, di nuovo, una conseguenza della scarsa significatività.

Da queste regressioni possiamo dedurre che il rischio di credito non riesce a spiegare le variazioni delle volatilità quando è in concorrenza con il SLRI. Proponendo invece lo stesso accostamento tra CDS e SLRI nella stima dei rendimenti il risultato viene ribaltato, in quanto il SLRI cede quasi completamente la sua significatività agli indici di CDS. Questa alternanza di significatività conferma e rafforza il nostro punto di vista perché dal lato dei rendimenti, otteniamo la conferma che il CDS è rappresentativo del rischio di credito vista la relazione confermata dai dati tra questo rischio e il rendimento di un qualsiasi soggetto, mentre dal lato della varianza possiamo escludere l'ipotesi che sia il rischio di credito ad influire sulle volatilità dei titoli.

### **Regressione 6**

La regressione conclusiva di questa analisi empirica consiste nell'inserimento di tutte le variabili finora considerate singolarmente, per valutare eventuali effetti incrociati. Poiché inserire tutti e tre gli indici di CDS non sarebbe di certo utile, è stato selezionato l'indice ITRAXX EUR Generico (CDS1) perché la regressione 3 dispone di valori di log-verosimiglianza più alti rispetto alle altre due regressioni con i CDS. I risultati vengono mostrati in tabella 6.

**Tabella 6: Regressione 6**

<b>Banca</b>	$\beta_M$	$\beta_{SLRI}$	$\beta_{CDS1}$	$\delta_{SLRI}$	$\delta_{VST}$	$\delta_{CDS1}$
HSBC Holdings Plc	0.893 ***	-0.286 **	-0.007	-2.570 ***	0.011	-0.023 *
BNP Paribas	1.454 ***	-0.249	-0.058 ***	-2.221 ***	0.001	-0.005
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	1.516 ***	-0.112	-0.079 ***	-1.921 ***	-0.003	-0.010
Deutsche Bank AG	1.374 ***	-0.040	-0.059 ***	-2.706 ***	0.007	-0.014
Barclays Plc	1.493 ***	-0.198	-0.062 ***	-2.947 ***	0.004	-0.015
Société Générale	1.502 ***	-0.231	-0.104 ***	-2.274 ***	-0.007	-0.016
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	1.348 ***	-0.181	-0.068 ***	-2.933 ***	0.006	-0.012
Banco Santander SA	1.251 ***	-0.011	-0.045 ***	-1.720 ***	0.017 **	-0.009
ING Groep NV	1.626 ***	-0.230	-0.056 ***	-2.910 ***	0.007	0.004
Lloyds Banking Group Plc	1.274 ***	-0.453 **	-0.027 **	-2.972 ***	0.000	-0.015
UniCredit SpA	1.379 ***	0.162	-0.051 ***	-1.771 ***	0.001	0.016
Nordea Bank AB (publ)	1.217 ***	-0.178	-0.013 **	-2.445 ***	0.003	-0.009
Intesa Sanpaolo	1.241 ***	-0.025	-0.044 **	-1.310 ***	0.016 *	-0.004
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	1.207 ***	-0.082	-0.061 ***	-1.359 ***	0.019 **	-0.022 *
Commerzbank AG	1.383 ***	0.159	-0.070 ***	-2.157 ***	-0.001	-0.011
Natixis	1.249 ***	-0.167	-0.111 ***	-2.078 ***	0.001	-0.006
Standard Chartered Plc	1.206 ***	-0.095	-0.027 ***	-2.536 ***	0.004	-0.020
Danske Bank A/S	0.971 ***	-0.029	-0.031 **	-1.990 ***	-0.013	-0.003
Dexia	1.160 ***	0.368 **	-0.053 ***	-2.418 ***	0.001	-0.009
Svenska Handelsbanken	1.009 ***	-0.099	-0.007	-2.082 ***	-0.002	-0.014
Skandinaviska Enskilda Banken AB	1.367 ***	0.141	-0.024 ***	-2.485 ***	-0.006	-0.001
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA	1.342 ***	-0.276	-0.086 ***	-2.659 ***	-0.005	0.003
Swedbank AB	1.309 ***	0.074	-0.027 *	-2.620 ***	0.003	-0.010
Erste Group Bank AG	1.306 ***	-0.377 **	-0.096 ***	-2.282 ***	0.008	-0.008
Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	0.928 ***	0.092	-0.034 ***	-1.193 ***	0.007	0.001
Banco de Sabadell SA	0.279 ***	0.330 **	-0.030 ***	-1.272 ***	0.013	0.003
Deutsche Postbank AG	0.519 ***	-0.235	-0.020 *	-2.468 ***	0.017 *	0.011
Banco Popular Espanol SA	0.982 ***	0.216	-0.053 ***	-1.304 ***	0.025 ***	-0.037 **
Bank of Ireland-Governor&Company of the Bol	1.253 ***	0.587	-0.044 ***	-3.034 ***	0.006	-0.024
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	0.944 ***	-0.094	-0.033 ***	-1.269 ***	0.015 *	-0.018
Allied Irish Banks plc	1.322 ***	0.384	-0.030	-2.531 ***	0.013	-0.034 **
National Bank of Greece SA	0.974 ***	0.143	-0.103 ***	-0.895 ***	0.002	-0.023
Ageas	1.318 ***	0.152	-0.057 ***	-3.198 ***	0.002	0.011
Piraeus Bank SA	0.767 ***	0.668 ***	-0.093 ***	-0.666 ***	-0.006	-0.019
Banco Espirito Santo SA	0.049 ***	0.059	-0.019 ***	-2.054 ***	0.016 *	0.015
Eurobank Ergasias SA	0.855 ***	0.150	-0.070 ***	-0.416 *	-0.008	-0.020
Alpha Bank AE	0.828 ***	0.349	-0.078 ***	-0.818 ***	0.000	-0.002
Banca popolare dell'Emilia Romagna	0.469 ***	0.139	-0.088 ***	-0.794 ***	0.003	-0.019
Bankinter SA	1.056 ***	0.183	-0.068 ***	-1.814 ***	0.003	-0.025 *

Banca Popolare di Milano SCaRL	1.045	***	-0.078	-0.066	***	-1.061	***	-0.004	0.004
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA	0.867	***	-0.121	-0.042	***	-0.899	***	-0.004	-0.002
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	1.043	***	-0.465	**	-0.063	***	-2.173	***	0.005
Banco BPI SA	0.589	***	0.228	-0.075	***	-1.139	***	-0.002	-0.004
Permanent TSB Plc	1.049	***	-0.107	-0.075	***	-2.749	***	-0.007	0.027 *
OTP Bank Plc	1.124	***	0.158	-0.040	***	-1.657	***	-0.006	0.006
Komercni Banka	0.594	***	-0.036	-0.038	***	-1.871	***	-0.007	0.007

Pur considerando in contemporanea tutte le variabili utilizzate, i risultati delle singole regressioni restano invariati. Viene infatti confermata la significatività positiva del mercato e negativa dell'indice di CDS nella componente di rendimento delle stime, contrapposte alla non rilevanza dell'indice di liquidità sistemico nella stessa componente. Anche nella stima della varianza le evidenze sottolineate precedentemente vengono confermate grazie alla notevole significatività del SLRI ridotto, con coefficienti strettamente positivi, e all'irrelevanza dei coefficienti stimati per il VSTOXX e per l'ITRAXX EUR Generico.

Nel complesso i risultati ottenuti ci permettono di sostenere che l'Indice calcolato rappresenta veramente un indice di liquidità sistemico poiché mantiene la sua significatività nella stima della varianza anche dopo aver inserito variabili che rappresentano l'incertezza nei mercati e il rischio di insolvenza. La relazione negativa tra indice di liquidità e volatilità dei rendimenti dei titoli bancari, dimostrata dai dati, implica che il rischio di liquidità sistemico ha effetti sulla volatilità del mercato senza, peraltro, impattare direttamente sui rendimenti. In altre parole, l'insufficienza di liquidità a livello sistemico aumenta la volatilità dei titoli bancari che corrisponde ad un aumento della loro rischiosità. Tale rischiosità però non viene percepita dal singolo operatore, perché incapace di valutare il suo contributo al rischio di liquidità sistemico.

### 3.3 – Conclusioni

La crisi finanziaria globale iniziata nel 2007 ha portato, oltre ad altri fenomeni, al congelamento dei mercati della liquidità a livello sistemico, facendo emergere la necessità di un nuovo complesso di norme e meccanismi che prevenga il ripetersi di tali fenomeni in futuro. Lo sforzo compiuto dall'autorità regolamentare con Basilea III, gode sicuramente di un'importanza primaria nella valutazione del rischio di liquidità della singola istituzione, ma non si esprime riguardo al rischio di liquidità a livello sistemico che invece merita particolare attenzione e un sistema di regole appropriato.

Il presente elaborato quindi, dopo un'analisi della liquidità in termini teorici e del sistema regolamentare in vigore, cerca di costruire un indice della liquidità a livello sistemico, perché il primo passo per regolamentare un fenomeno consiste nel misurarlo. Tra le alternative proposte da vari autori e passate in rassegna nel capitolo 2, quella di Tiago Severo del Fondo Monetario Internazionale sembra essere la più adeguata a rappresentare il fenomeno in questione. Ripercorrendo le idee alla base del Systemic Liquidity Risk Index di Severo (2012), viene calcolato un SLRI ridotto che corrisponde al primo fattore dell'Analisi dei Componenti Principali applicata a 11 serie storiche relative alle violazioni di due tipologie di arbitraggio, la Parità Coperta dei Tassi d'Interesse e lo Swap Spread. Il fenomeno sottostante le persistenti violazioni degli arbitraggi di mercato registrate durante la crisi, potrebbe essere proprio il rischio di liquidità sistemico. Per validare tale ipotesi viene quindi valutato l'impatto di tale indice nei rendimenti e nella volatilità di 46 banche europee attraverso un modello eGARCH(1,1) modificato. I risultati di tale stima confermano la correttezza delle ipotesi poiché otteniamo un'elevata significatività negativa dell'indice nella componente della varianza. Questo implica che l'indice riesce a spiegare gli aumenti della rischiosità degli istituti bancari, per mezzo della volatilità. Tale significatività viene mantenuta dall'indice anche inserendo

nelle stime ulteriori variabili che fungono da proxy del rischio di insolvenza, indici di CDS, e della volatilità generica del mercato, il VSTOXX, perciò possiamo sostenere che l'indice è realmente collegato alla liquidità del sistema. Eventuali tensioni del mercato derivanti dalla scarsa disponibilità di liquidità, si riflettono in aumenti della volatilità delle banche e perciò in aumenti del loro rischio di liquidità sistemico. Tale rischio non viene però percepito dalla singola istituzione perché questa non può e non riesce a comprendere il proprio contributo effettivo a tale fenomeno.

Il piccolo apporto dell'analisi presentata si articola in due punti. Viene dimostrata la possibilità di ottenere un indice che ha un comportamento molto simile al SLRI originale anche riducendo il numero di violazioni di arbitraggi considerate. Anche nello studio di Gianfelice, Marotta e Torricelli (2013) viene elaborato un indice di liquidità sistemico "parsimonioso" che mostra lo stesso andamento degli altri, ma la parziale differenziazione nella composizione del nostro SLRI ridotto va a favore dell'ipotesi alla base della costruzione, cioè indipendentemente dagli arbitraggi considerati è possibile ottenere lo stesso risultato quindi il fattore che spiega le loro violazioni dovrà essere lo stesso. Questa constatazione ci permette quindi di suggerire una riduzione del numero di serie considerate, per favorire la semplificazione dell'indice.

Il secondo contributo dell'analisi consiste invece nella validazione empirica della proposta di Severo (2012) nel contesto europeo. Pur concentrandosi in un contesto ridotto rispetto a quello globale considerato dall'autore, ovviamente nella sola fase di verifica dell'indice che deve restare sistemico, i risultati vengono confermati. L'indice calcolato è in grado di indicare il livello di liquidità del sistema. Perciò, se dovessimo collocare la presente analisi nel dibattito tra Severo (2012) e Gianfelice, Marotta e Torricelli (2013), questa andrà di sicuro a favore del primo perché, oltre alla conferma delle evidenze dello

stesso, le obiezioni sollevate dagli studiosi italiani non appaiono molto fondate e perciò declinabili con relativa facilità.

Va però precisato che il modello proposto da Severo è sicuramente ad uno stadio iniziale e deve subire numerose modifiche e aggiustamenti prima di poter essere considerato attuabile. In ogni caso va riconosciuta l'originalità della proposta e la correttezza delle idee alla base.

Gli sviluppi futuri dell'analisi dovranno perciò andare nella direzione proposta da Severo proprio perché è in questa seconda parte che bisogna concentrare lo sforzo migliorativo del modello. L'idea della costruzione di un sistema di tipo assicurativo tra banche e autorità pubbliche con premio commisurato all'effettivo contributo del singolo al rischio sistemico, va sicuramente sviluppata per vari motivi. Innanzitutto permetterebbe al management della singola istituzione di tenere sotto controllo tale rischio e all'autorità pubblica di vigilare su eventuali comportamenti di moral hazard riguardanti il buffer di attività liquide a disposizione. Inoltre tale sistema permetterebbe di dividere il costo sociale di eventuali salvataggi tra tutti coloro che ne potrebbero beneficiare, anziché gravare sulla sola Autorità Pubblica centrale. Una banca in difficoltà non può essere lasciata fallire, per il rischio di contagio, perciò l'ammontare necessario per evitare il fallimento potrebbe essere ricavato dall'aggregazione dei premi pagati dai singoli, sulla base dell'effettivo contributo al rischio di liquidità sistemico.

*Historia magistra vitae*, perciò la grande crisi finanziaria che abbiamo vissuto deve essere vista come un'occasione importante per ristabilire il corretto funzionamento del sistema finanziario, il quale deve essere sempre in grado di favorire lo sviluppo economico complessivo.

## **Bibliografia**

ACHARYA, V. V.; SHIN, H. S.; YORULMAZER, T. (2010). *Crisis Resolution and Bank Liquidity*. Oxford University Press.

ACHARYA, V. V.; MERROUCHE, O. (2012). *Precautionary hoarding of liquidity and inter-bank markets: Evidence from the sub-prime crisis*. Centre for Economic Policy Research, CEPR Discussion Paper No. 8859.

ANDRIEVSKAYA, I. (2012). *Measuring systemic funding liquidity risk in the Russian banking system*. Bank of Finland, BOFIT Discussion Papers 12-2012.

ANGELINI, P.; CLERC, L.; CURDIA, V.; GAMBACORTA, L.; GERALI, A.; LOCARNO, A.; MOTTO, R.; ROEGER, W.; VAN DEN HEUVEL, S.; VLCEK, J. (2011). *BASEL III: Long-term impact on economic performance and fluctuations*. Bank for International Settlements, BIS Working Papers No 338.

BAI, J.; COLLIN-DUFRESNE, P. (2011). *The CDS-bond basis during the financial crisis of 2007-2009*. Columbia University.

BARNHILL, T. Jr; SCHUMACHER, L. (2011). *Modelling Correlated Systemic Liquidity and Solvency Risks in a Financial Environment with Incomplete Information*. IMF Working Paper No. 263.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. (2008). *Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision*. Bank for International Settlements.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. (2010). *Basilea III – Schema internazionale per la misurazione, la regolamentazione e il monitoraggio del rischio di liquidità*. Bank for International Settlements.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. (2010). *Results of the comprehensive quantitative impact study*. Bank for International Settlements.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. (2014). *Documento di consultazione, Basilea III – Il Net Stable Funding Ratio*. Bank for International Settlements.

- BECERRA, S.; CLAEYS, G.; MARTINEZ, J. F. (2013). *A New Liquidity Risk Measure for the Chilean Banking Sector*.
- BERGER, A. N.; BOUWMAN, C. H. S. (2009). *Bank Liquidity Creation*. The Review of Financial Studies, Vol. 22, No. 9, 3779-3837, Oxford University Press.
- BOLLERSLEV, T. (1986). *Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*. Journal of Econometrics, 31:307–327.
- BRUNNERMEIER, M.; PEDERSEN, L. H. (2005). *Market Liquidity and Funding Liquidity*. NYU Stern, Salomon Center for the Study of Financial Institutions, Working Paper Series in Asset Management.
- BRUNNERMEIER, M.; KRISHNAMURTHY, A.; GORTON, G. (2013). *Liquidity Mismatch Measurement*. In: Risk Topography: Systemic Risk and Macro Modelling. University of Chicago Press.
- BYRES, W. (2012). *Basel III: Necessary, but not sufficient*. Bank for International Settlements.
- CHACKO, G.; DAS, S. R.; FAN, R. (2010). *An Index Based Measure of Liquidity*. Santa Clara University, LEAVEY School of Business Working Paper 11-10.
- COFFEY, N.; HRUNG, W. B.; SARKAR, A. (2009). *Capital constraints, counterparty risk, and deviations from covered interest rate parity*. Federal Reserve Bank of New York Staff Report, 2009, 393.
- DIAMOND, D.; DYBVIIG, P. (1983). *Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity*. Journal of Political Economy, Vol. 91, No. 3, 401-419, The University of Chicago Press.
- DIAMOND, D.; RAJAN, R. (2001). *Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking*. Journal of Political Economy, Vol. 109, No. 2, 287-327, The University of Chicago Press.
- DREHMANN, M.; NIKOLAOU, K. (2013). *Funding liquidity risk: Definition and measurement*. Journal of Banking & Finance 37, 2173-2182.

- DUARTE, J.; LONGSTAFF, F.A.; YU, F. (2006). *Risk and return in fixed income arbitrage: nickels in front of a steamroller?*. Review of Financial Studies, 20.3: 769-811.
- ENGLE, R. F. (1982). *Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation*. Econometrica, 50(4): 987–1007.
- FEDERICO, P. M. (2012). *Developing an Index of Liquidity-Risk Exposure: An Application to Latin American and Caribbean Banking Systems*. Inter-American Development Bank.
- FONTANA, A. (2009). *The persistent negative CDS-bond basis during the 2007/08 financial crisis*. University of Ca' Foscari Venice.
- GHALANOS, A. (2014). *Introduction to the rugarch package*. The Comprehensive R Archive Network.
- GIANFELICE, G.; MAROTTA, G.; TORRICELLI, C. (2013). *A liquidity risk index as a regulatory tool for systemically important banks? An empirical assessment across two financial crises*. CEFIN Working Papers N. 38.
- GIDEON, F.; PETERSEN, M. A.; MUKUDDER-PETERSEN, J.; HLATSHWAYO, LNP. (2012). *Basel III and the Net Stable Funding Ratio*. Hindawi Publishing Corporation ISRN Applied Mathematics Volume 2013, Article ID 582707.
- GIORDANA, G.; SCHUMACHER, I. (2011). *The Impact of the Basel III Liquidity Regulations on the Bank Lending Channel: A Luxembourg case study*. Banque Centrale du Luxembourg Working Paper N. 61.
- GIORDANA, G.; SCHUMACHER, I. (2012). *An Empirical Study on the Impact of Basel III Standards on Banks' Default Risk: The Case of Luxembourg*. Banque Centrale du Luxembourg Working Paper N. 79.
- GRIFFOLI, T. M.; RANALDO, A. (2010). *Limits to arbitrage during the crisis: funding liquidity constraints and covered interest parity*. Swiss National Bank Working Paper 2010-14.

- HAUBRICH, J. G. (2001). *Swaps and the Swaps Yield Curve*. Federal Reserve Bank of Cleveland.
- HUI, C. H.; GENBERG, H.; CHUNG, T. K. (2011). *Funding Liquidity Risk and deviations from Interest Rate Parity during the financial crisis of 2007-2009*. International Journal of Finance and Economics 16, 307-323.
- HUI, C. H.; CHUNG, T. K.; LO, C. F. (2012). *Using Interest Rate Derivative Prices to Estimate LIBOR-OIS Spread Dynamics and Systemic Funding Liquidity Shock Probabilities*. Springer, Asia-Pacific Financial Markets 20, 131-146.
- INTERNATIONAL MONETARY FUND STAFF. (2010). *Global Financial Stability Report, Sovereigns, Funding and Systemic Liquidity, October 2010*. International Monetary Fund.
- INTERNATIONAL MONETARY FUND STAFF. (2011). *Global Financial Stability Report: Durable Financial Stability, Getting There from Here, April 2011*. International Monetary Fund.
- JOBST, A. A. (2012). *Measuring Systemic Risk-Adjusted Liquidity (SRL)—A Model Approach*. International Monetary Fund, IMF Working Paper No. 12/209.
- KING, M. R. (2013). *The Basel III Net Stable Funding Ratio and bank net interest margins*. Journal of Banking & Finance 37, 4144-4156.
- MERTON, R. C. (1974) *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates*. Journal of Finance, Vol. 29, 449-70.
- MISHRA, R. N.; MOHAN, G. J.; SINGH, S. (2012). *Systemic Liquidity Index for India*. Reserve Bank of India, RBI Working Paper Series 10-2012.
- NELSON, D. B. (1991). *Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach*. Econometrica, 59(2): 347-70.
- RESTI, A.; SILONI, A. (2008). *Rischio e Valore nelle Banche, Misura, Regolamentazione, Gestione*. Egea.

SAUNDERS, A.; CORNETT, M. M. (2011). *Financial Institution Management, A Risk Management Approach, Seventh Edition*. McGraw-Hill.

SCALIA, A.; LONGONI, S.; ROSOLIN, T. (2013). *The Net Stable Funding Ratio and banks' participation in monetary policy operations: some evidence for the euro area*. *Questioni di Economia e Finanza, Occasional Papers*, Nr. 195 – September 2013.

SCHWARZ, K. (2010). *Mind the Gap: Disentangling Credit and Liquidity in Risk Spreads*. Working Paper Series Wharton School of the University of Pennsylvania.

SERCU, P. (2009). *International Finance: Theory into Practice*. Princeton University Press.

SEVERO, T. (2012). *Measuring Systemic Liquidity Risk and the Cost of Liquidity Insurance*. International Monetary Fund, IMF Working Paper No. 12/194.

STRAHAN, P. E. (2010). *Liquidity production in 21st century banking*. The Oxford Handbook on Banking, Oxford University Press.

VAZQUEZ, F.; FEDERICO, P. (2012). *Bank Funding Structures and Risk: Evidence from the Global Financial Crisis*. International Monetary Fund, IMF Working Paper No. 12/29.

WU, D.; HONG, H. (2012). *The Information Value of Basel III Liquidity Risk Measures*. Available at SSRN 2177614.

## Appendice

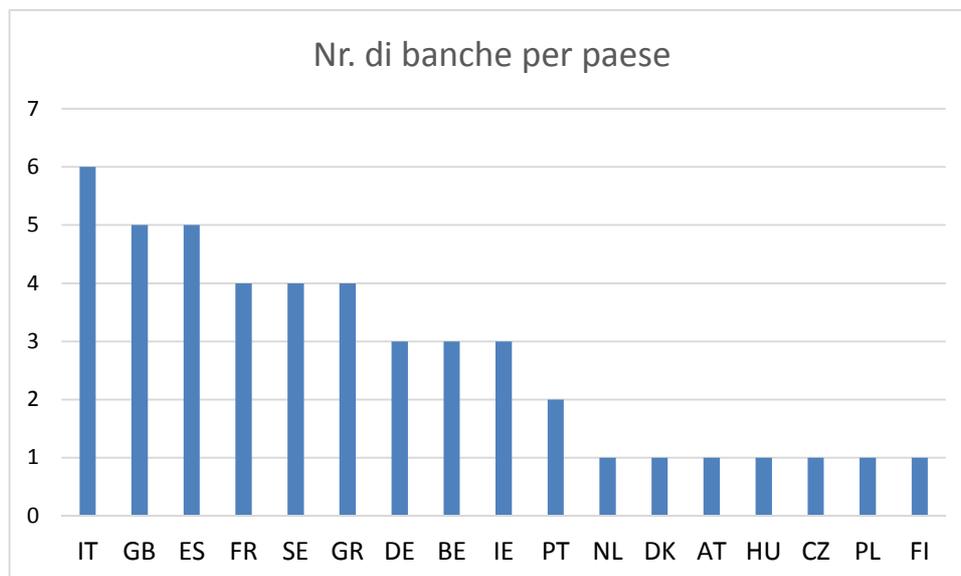
Lista delle banche analizzate, ordinate secondo il criterio dimensionale del totale attivo, seguita da una rappresentazione della distribuzione territoriale delle stesse in figura 8.

Banca	Paese
HSBC Holdings Plc	GB
BNP Paribas	FR
Crédit Agricole-Crédit Agricole Group	FR
Deutsche Bank AG	DE
Barclays Plc	GB
Société Générale	FR
Royal Bank of Scotland Group Plc (The)	GB
Banco Santander SA	ES
ING Groep NV	NL
Lloyds Banking Group Plc	GB
UniCredit SpA	IT
Nordea Bank AB (publ)	SE
Intesa Sanpaolo	IT
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA	ES
Commerzbank AG	DE
Natixis	FR
Standard Chartered Plc	GB
Danske Bank A/S	DK
Dexia	BE
Svenska Handelsbanken	SE
Skandinaviska Enskilda Banken AB	SE
KBC Groep NV/ KBC Groupe SA-KBC Group	BE
Swedbank AB	SE
Erste Group Bank AG	AT
Banca Monte dei Paschi di Siena SpA	IT
Banco de Sabadell SA	ES
Deutsche Postbank AG	DE
Banco Popular Espanol SA	ES
Bank of Ireland-Governor and Company of the Bank of Ireland	IE
Unione di Banche Italiane Scpa-UBI Banca	IT
Allied Irish Banks plc	IE
National Bank of Greece SA	GR

Ageas	BE
Piraeus Bank SA	GR
Banco Espirito Santo SA	PT
Eurobank Ergasias SA	GR
Alpha Bank AE	GR
Banca popolare dell'Emilia Romagna	IT
Bankinter SA	ES
Banca Popolare di Milano SCaRL	IT
Powszechna Kasa Oszczednosci Bank Polski SA - PKO BP SA	PL
Pohjola Bank plc-Pohjola Pankki Oyj	FI
Banco BPI SA	PT
Permanent TSB Plc	IE
OTP Bank Plc	HU
Komerčni Banka	CZ

Fonte: *Bankscope*

**Figura 8: Distribuzione territoriale banche**



## Il modello GARCH Esponenziale

Il modello eGARCH nasce come variante del modello GARCH di base, in seguito alla rilevazione di effetti asimmetrici tra rendimenti positivi e negativi nella previsione della volatilità. Rendimenti negativi sembrano avere maggiore potere predittivo della volatilità rispetto a quelli positivi, in altre parole ciò implica che il verificarsi di uno shock negativo impatterà maggiormente sulla volatilità, aumentandola più di quanto farebbe uno shock positivo.

In particolare, Nelson (1991) riesce ad includere nella previsione della varianza condizionata, tramite un GARCH, due tipologie di effetti: un effetto leva, che cattura l'asimmetria appena descritta tenendo conto del segno del rendimento registrato il giorno precedente, e un effetto dimensione, poiché grandi variazioni del prezzo di un titolo, indipendentemente dal segno, vanno ad aumentare la volatilità.

Per poter tenere conto del segno dei rendimenti nonostante il vincolo di positività della varianza, viene effettuata una modifica della formula per la stima della volatilità condizionata. Si va infatti a modellare la log-varianza condizionata così da ottenere una stima della varianza comunque positiva, passando per la funzione esponenziale.

Un eGARCH( $p, q$ ) viene formulato nella seguente maniera:

$$y_t = \sqrt{h_t} \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim NID(0,1)$$
$$\ln h_t = \alpha_0 + \frac{1 + \beta_1 L + \dots + \beta_{q-1} L^{q-1}}{1 - \alpha_1 L - \dots - \alpha_p L^p} g(\epsilon_{t-1})$$

Con  $\alpha(L) = 0$  ,  $\beta(L) = 0 \Leftrightarrow |L|$  condizioni di stazionarietà.

$g(\epsilon_{t-1})$  rappresenta l'innovazione ponderata:

$$g(\epsilon_{t-1}) = \theta \epsilon_{t-1} + \gamma [|\epsilon_{t-1}| - E(|\epsilon_{t-1}|)]$$

Se  $\epsilon_t \sim N(0,1)$ ,  $|\epsilon_t|$  sarà meta-normale e quindi  $E(|\epsilon_t|) = \sqrt{2/\pi}$ .

È proprio nella formula dell'innovazione che vengono inseriti i due effetti:  $\theta\epsilon_{t-1}$  considera l'effetto leva, mentre  $\gamma|\epsilon_{t-1}|$  l'effetto dimensione. Generalmente si ottiene  $\gamma > 0$  e  $\theta < 0$ , che porta ad un aumento della volatilità in caso di rendimento negativo o viceversa. Il termine  $-\gamma E(|\epsilon_{t-1}|)$  serve solo per assicurare che l'innovazione  $g(\epsilon_{t-1})$  abbia media pari a zero. La struttura della log-varianza permette inoltre di facilitare la ricerca delle condizioni di stazionarietà che sono quelle descritte in precedenza, cioè quelle di un normale modello ARMA( $p, q - 1$ ). È possibile notare, infatti, che la forma di  $\ln h_t$  coincide con quella di un ARMA( $p, q - 1$ ) con costante.

Per l'analisi presentata nel terzo capitolo è stato selezionato un eGARCH(1,1) in media, aggiungendo regressori esterni sia nella stima del rendimento che della varianza. Il modello sarà quindi strutturato nel seguente modo:

$$y_t = \mu + \beta_M Rm_t + \beta_L SLRI_t + \beta_X X_t + \sqrt{h_t} \epsilon_t$$

$$\epsilon_t \sim STd(0,1, \nu)$$

$$\begin{aligned} \ln h_t = & \alpha_0(1 - \alpha_1) + \theta\epsilon_{t-1} + \gamma[|\epsilon_{t-1}| - E(|\epsilon_{t-1}|)] + \alpha_1 \ln h_{t-1} \\ & + \delta_L(SLRI_t - \alpha_1 SLRI_{t-1}) + \delta_V(V_t - \alpha_1 V_{t-1}) \end{aligned}$$

Quest'ultima espressione viene ricavata partendo da:

$$\ln h_t = \alpha_0 + \frac{1}{1 - \alpha_1 L} g(\epsilon_{t-1}) + \delta_L SLRI_t + \delta_V V_t$$

Con

$$g(\epsilon_{t-1}) = \theta\epsilon_{t-1} + \gamma[|\epsilon_{t-1}| - E(|\epsilon_{t-1}|)]$$

Avremo quindi:

$$(1 - \alpha_1 L) \ln h_t = \left[ \alpha_0 + \frac{1}{1 - \alpha_1 L} g(\epsilon_{t-1}) + \delta_L SLRI_t + \delta_V V_t \right] (1 - \alpha_1 L)$$

$$\ln h_t = \alpha_0(1 - \alpha_1) + g(\epsilon_{t-1}) + \alpha_1 \ln h_{t-1} + \delta_L SLRI_t - \delta_L \alpha_1 SLRI_{t-1} + \delta_V V_t - \delta_V \alpha_1 V_{t-1}$$

Infine sostituendo  $g(\epsilon_{t-1})$ :

$$\ln h_t = \alpha_0(1 - \alpha_1) + \theta \epsilon_{t-1} + \gamma [|\epsilon_{t-1}| - E(|\epsilon_{t-1}|)] + \alpha_1 \ln h_{t-1} + \delta_L (SLRI_t - \alpha_1 SLRI_{t-1}) + \delta_V (V_t - \alpha_1 V_{t-1})$$

Fissando  $c = \alpha_0(1 - \alpha_1) + \gamma E(|\epsilon_{t-1}|)$ , dalla formula della log-varianza è possibile arrivare a quella della varianza, che sarà:

$$h_t = h_{t-1}^{\alpha_1} * \exp(c) * \exp[\delta_L (SLRI_t - \alpha_1 SLRI_{t-1})] * \exp[\delta_V (V_t - \alpha_1 V_{t-1})] * \begin{cases} \exp[(\gamma + \theta)\epsilon_{t-1}], & \epsilon_{t-1} \geq 0 \\ \exp[(\gamma - \theta)|\epsilon_{t-1}|], & \epsilon_{t-1} < 0 \end{cases}$$

Dalla quale è possibile notare l'impatto differenziato dei rendimenti positivi rispetto a quelli negativi. Considerando infatti il segno atteso di  $\theta$ , negativo, nel primo caso la varianza andrà a ridursi, grazie al coefficiente  $\gamma + \theta$ , mentre nella seconda alternativa la stessa subirà un aumento.

## Il codice R utilizzato

```
install.packages("fGarch")
install.packages("timeSeries")
install.packages("rugarch")
library("timeSeries", lib.loc=~R/win-library/3.1")
library("fBasics", lib.loc=~R/win-library/3.1")
library("fGarch", lib.loc=~R/win-library/3.1")
library("rugarch", lib.loc=~R/win-library/3.1")

#importa dati
x = read.csv("dati.csv", header = T)
N=ncol(x)-1
n=nrow(x)
sel = c(2:12)
arb = ts(x[,sel])
plot(arb[,1], type="l")
lines(arb[,2], col="red")
summary(arb)

#estrazione indice
pca = princomp(arb)
summary(pca)
V = loadings(pca) #autovettori
par(mfrow=c(1,1))
screplot(pca) #istogramma autovalori
f = ts(pca$scores) #fattori
(pca$sdev)^2
slri = ts(f[2:2077,1])
plot(f[,1], main="Systemic Liquidity Risk Index")
write.csv(f[,1], file="SLRI.csv")

#prezzi
P = read.csv("prezzibanche46.csv", header = T)
p = ts(P[,])
y = 100 * diff(log(p))
plot(y[,1:6], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,7:12], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,13:18], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,19:24], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,25:30], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,31:36], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,37:42], main="Serie dei Rendimenti")
plot(y[,43:46], main="Serie dei Rendimenti")
```

```

write.csv(y[,4], file="rend_DB.csv")
summary(y)
#write.csv(y[,], file="rend.csv")

##regressione 1 (base) con rm e slri
regr = read.csv("regressori.csv", header = T)
pm = ts(regr[,2]) #mkt eur
rm = 100 * diff(log(pm))
reg = ts(matrix(1,2076,2))
reg[,1] = rm
reg[,2] = slri
eslri = ts(matrix(1,2076,1))
eslri[,1] = slri

spec = ugarchspec(variance.model = list(model="eGARCH", garchOrder=c(1,0), submo-
del=NULL, external.regressors=eslri, variance.targeting=FALSE),
                mean.model = list(armaOrder=c(0,0), include.mean=TRUE, external.regres-
sors=reg), distribution.model="std", start.pars=list(), fixed.pars=list())

ufit = ugarchfit(spec=spec, data=y[,4], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
trol=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
plot(ufit)

T = ncol(y)
res = matrix(0,T,8)
for (i in 1:T)
{
  ufit = ugarchfit(spec=spec, data=y[,i], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
trol=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
  res[i,1] = i
  res[i,2] = (ufit@fit)$matcoef[2,1] #beta mr
  res[i,3] = (ufit@fit)$matcoef[2,4] #pval
  res[i,4] = (ufit@fit)$matcoef[3,1] #beta slri
  res[i,5] = (ufit@fit)$matcoef[3,4] #pval
  res[i,6] = (ufit@fit)$matcoef[7,1] #sigma slri
  res[i,7] = (ufit@fit)$matcoef[7,4] #pval
  res[i,8] = likelihood(ufit)
}
res
write.csv(res, file="regr_1.csv")

#regressione 2 + volatilità
vol = ts(regr[,6]) # VSTOXX
rvol = 100 * diff(log(vol))

```

```

reg = ts(matrix(1,2076,2))
reg[,1] = rm
reg[,2] = slri
eslri2 = ts(matrix(1,2076,2))
eslri2[,1] = slri
eslri2[,2] = rvol

spec2 = ugarchspec(variance.model = list(model="eGARCH", garchOrder=c(1,0),
      submodel=NULL, external.regressors=eslri2,
      variance.targeting=FALSE),
      mean.model = list(armaOrder=c(0,0), include.mean=TRUE,
      external.regressors=reg),
      distribution.model="std",
      start.pars=list(), fixed.pars=list())
T = ncol(y)
res2 = matrix(0,T,10)
for (i in 1:T)
{
  ufit2 = ugarchfit(spec=spec2, data=y[,i], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
  trol=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
  res2[i,1] = i
  res2[i,2] = (ufit2@fit)$matcoef[2,1] #beta mr
  res2[i,3] = (ufit2@fit)$matcoef[2,4] #pval
  res2[i,4] = (ufit2@fit)$matcoef[3,1] #beta slri
  res2[i,5] = (ufit2@fit)$matcoef[3,4] #pval
  res2[i,6] = (ufit2@fit)$matcoef[7,1] #sigma slri
  res2[i,7] = (ufit2@fit)$matcoef[7,4] #pval
  res2[i,8] = (ufit2@fit)$matcoef[8,1] #sigma vol
  res2[i,9] = (ufit2@fit)$matcoef[8,4] #pval
  res2[i,10] = likelihood(ufit2)
}
res2
write.csv(res2, file="regr_2.csv")

###regressione 3 + cds general
cds1 = ts(regr[,7]) # CDS GEN
rcds1 = 100 * diff(log(cds1))
reg3 = ts(matrix(1,2076,3))
reg3[,1] = rm
reg3[,2] = slri
reg3[,3] = rcds1
eslri3 = ts(matrix(1,2076,2))
eslri3[,1] = slri
eslri3[,2] = rcds1

```

```

spec3 = ugarchspec(variance.model = list(model="eGARCH", garchOrder=c(1,0),
                                     submodel=NULL, external.regressors=eslri3,
                                     variance.targeting=FALSE),
                  mean.model = list(armaOrder=c(0,0), include.mean=TRUE,
                                    external.regressors=reg3),
                  distribution.model="std",
                  start.pars=list(), fixed.pars=list())
T = ncol(y)
res3 = matrix(0,T,12)
for (i in 1:T)
{
  ufit3 = ugarchfit(spec=spec3, data=y[,i], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
  trol=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
  res3[i,1] = i
  res3[i,2] = (ufit3@fit)$matcoef[2,1] #beta mr
  res3[i,3] = (ufit3@fit)$matcoef[2,4] #pval
  res3[i,4] = (ufit3@fit)$matcoef[3,1] #beta slri
  res3[i,5] = (ufit3@fit)$matcoef[3,4] #pval
  res3[i,6] = (ufit3@fit)$matcoef[4,1] #beta cds1
  res3[i,7] = (ufit3@fit)$matcoef[4,4] #pval
  res3[i,8] = (ufit3@fit)$matcoef[8,1] #sigma slri
  res3[i,9] = (ufit3@fit)$matcoef[8,4] #pval
  res3[i,10] = (ufit3@fit)$matcoef[9,1] #sigma cds1
  res3[i,11] = (ufit3@fit)$matcoef[9,4] #pval
  res3[i,12] = likelihood(ufit3)
}
res3
write.csv(res3, file="regr_3.csv")

##regressione 4 + cds snr fin
cds2 = ts(regr[,8]) # CDS snr fin
rcds2 = 100 * diff(log(cds2))
reg4 = ts(matrix(1,2076,3))
reg4[,1] = rm
reg4[,2] = slri
reg4[,3] = rcds2
eslri4 = ts(matrix(1,2076,2))
eslri4[,1] = slri
eslri4[,2] = rcds2

spec4 = ugarchspec(variance.model = list(model="eGARCH", garchOrder=c(1,0),
                                     submodel=NULL, external.regressors=eslri4,
                                     variance.targeting=FALSE),

```

```

        mean.model = list(armaOrder=c(0,0), include.mean=TRUE,
                          external.regressors=reg4),
        distribution.model="std",
        start.pars=list(), fixed.pars=list())
T = ncol(y)
res4 = matrix(0,T,12)
for (i in 1:T)
{
  ufit4 = ugarchfit(spec=spec4, data=y[,i], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
control=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
  res4[i,1] = i
  res4[i,2] = (ufit4@fit)$matcoef[2,1] #beta mr
  res4[i,3] = (ufit4@fit)$matcoef[2,4] #pval
  res4[i,4] = (ufit4@fit)$matcoef[3,1] #beta slri
  res4[i,5] = (ufit4@fit)$matcoef[3,4] #pval
  res4[i,6] = (ufit4@fit)$matcoef[4,1] #beta cds2
  res4[i,7] = (ufit4@fit)$matcoef[4,4] #pval
  res4[i,8] = (ufit4@fit)$matcoef[8,1] #sigma slri
  res4[i,9] = (ufit4@fit)$matcoef[8,4] #pval
  res4[i,10] = (ufit4@fit)$matcoef[9,1] #sigma cds2
  res4[i,11] = (ufit4@fit)$matcoef[9,4] #pval
  res4[i,12] = likelihood(ufit4)
}
res4
write.csv(res4, file="regr_4.csv")

##regressione 5 + cds sub fin
cds3 = ts(regr[,9]) # CDS sub fin
rcds3 = 100 * diff(log(cds3))
reg5 = ts(matrix(1,2076,3))
reg5[,1] = rm
reg5[,2] = slri
reg5[,3] = rcds3
eslri5 = ts(matrix(1,2076,2))
eslri5[,1] = slri
eslri5[,2] = rcds3

spec5 = ugarchspec(variance.model = list(model="eGARCH", garchOrder=c(1,0),
submodel=NULL, external.regressors=eslri5,
variance.targeting=FALSE),
mean.model = list(armaOrder=c(0,0), include.mean=TRUE,
external.regressors=reg5),
distribution.model="std",
start.pars=list(), fixed.pars=list())

```

```

T = ncol(y)
res5 = matrix(0,T,12)
for (i in 1:T)
{
  ufit5 = ugarchfit(spec=spec5, data=y[,i], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
  trol=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
  res5[i,1] = i
  res5[i,2] = (ufit5@fit)$matcoef[2,1] #beta mr
  res5[i,3] = (ufit5@fit)$matcoef[2,4] #pval
  res5[i,4] = (ufit5@fit)$matcoef[3,1] #beta slri
  res5[i,5] = (ufit5@fit)$matcoef[3,4] #pval
  res5[i,6] = (ufit5@fit)$matcoef[4,1] #beta cds3
  res5[i,7] = (ufit5@fit)$matcoef[4,4] #pval
  res5[i,8] = (ufit5@fit)$matcoef[8,1] #sigma slri
  res5[i,9] = (ufit5@fit)$matcoef[8,4] #pval
  res5[i,10] = (ufit5@fit)$matcoef[9,1] #sigma cds3
  res5[i,11] = (ufit5@fit)$matcoef[9,4] #pval
  res5[i,12] = likelihood(ufit5)
}
res5
write.csv(res5, file="regr_5.csv")

##regressione 7 + all
reg7 = ts(matrix(1,2076,3))
reg7[,1] = rm
reg7[,2] = slri
reg7[,3] = rcds1
eslri7 = ts(matrix(1,2076,3))
eslri7[,1] = slri
eslri7[,2] = rvol
eslri7[,3] = rcds1

spec7 = ugarchspec(variance.model = list(model="eGARCH", garchOrder=c(1,0),
      submodel=NULL, external.regressors=eslri7,
      variance.targeting=FALSE),
  mean.model = list(armaOrder=c(0,0), include.mean=TRUE,
    external.regressors=reg7),
  distribution.model="std",
  start.pars=list(), fixed.pars=list())
T = ncol(y)
res7 = matrix(0,T,14)
for (i in 1:T)
{

```

```

ufit7 = ugarchfit(spec=spec7, data=y[,i], out.sample = 0, solver = "hybrid", solver.con-
trol=list(stationarity = 1, fixed.se = 0, scale = 0, rec.init = 'all'))
res7[i,1] = i
res7[i,2] = (ufit7@fit)$matcoef[2,1] #beta mr
res7[i,3] = (ufit7@fit)$matcoef[2,4] #pval
res7[i,4] = (ufit7@fit)$matcoef[3,1] #beta slri
res7[i,5] = (ufit7@fit)$matcoef[3,4] #pval
res7[i,6] = (ufit7@fit)$matcoef[4,1] #beta cds1
res7[i,7] = (ufit7@fit)$matcoef[4,4] #pval
res7[i,8] = (ufit7@fit)$matcoef[8,1] #sigma slri
res7[i,9] = (ufit7@fit)$matcoef[8,4] #pval
res7[i,10] = (ufit7@fit)$matcoef[9,1] #sigma vol
res7[i,11] = (ufit7@fit)$matcoef[9,4] #pval
res7[i,12] = (ufit7@fit)$matcoef[10,1] #sigma cds1
res7[i,13] = (ufit7@fit)$matcoef[10,4] #pval
res7[i,14] = likelihood(ufit7)
}
res7
write.csv(res7, file="regr_7.csv")

```