



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

—

Ca' Foscari
Dorsoduro 3246
30123 Venezia

Analisi di contagio tramite il modello a cambiamento di regime di Markov

Relatore

Ch. Prof.ssa Monica Billio

Correlatore

Ch. Prof. Domenico Sartore

Laureando

Giovanni Zancai
Matricola 839989

Anno Accademico

2012 / 2013

Indice

INTRODUZIONE	3
---------------------------	----------

PRIMO CAPITOLO

IL RISCHIO SISTEMICO	8
1- ALCUNI ESEMPI DALLA LETTERATURA	8
2- SEGNALI DI UNA CRISI SISTEMICA.....	13
3- BANK RUN E BANK PANIC	14
4- ALCUNI ESEMPI DI BOLLE FINANZIARIE	16

SECONDO CAPITOLO

TEORIA DELL'EFFICIENZA DEI MERCATI.....	19
1- ORIGINI.....	19
2- L'IPOTESI DI RANDOM WALK	22
3- TEST SUI LIMITI DELLA VARIANZA.....	23
4- REAZIONI ECCESSIVE	25
5- CRITICHE COMPORTAMENTALI.....	26
6- LO STATO ATTUALE DELL'EMH	28
7- IPOTESI DI MERCATI ADATTIVI.....	31

TERZO CAPITOLO

MODELLO REGIME SWITCHING	39
1- PRESENTAZIONE.....	39
2- INTRODUZIONE AL MODELLO MS-VAR	40
3- STIMA E INFERENZA	41
4- MODELLI NESTED ANALIZZATI	43
<i>Primo modello</i>	44
<i>Secondo modello</i>	44
<i>Terzo modello</i>	44
<i>Quarto modello</i>	45
5- TEST SUL RAPPORTO DI VEROSIMIGLIANZA	45

QUARTO CAPITOLO

IL CASO ANALIZZATO:

MERCATO AZIONARIO STATUNITENSE46

1- PRESENTAZIONE.....	46
2- CASO MULTIVARIATO - AGGREGAZIONE A 5 CATEGORIE	48
<i>Consumer</i>	48
<i>Manufacturing</i>	49
<i>HiTec</i>	50
<i>Health</i>	50
<i>Other</i>	50
3- RISULTATI OTTENUTI	51
I. ACCURATEZZA DELLA SPECIFICAZIONE DEL MODELLO	52
II. SIGNIFICATIVITÀ DELLE CATEGORIE.....	56
III. ANALISI DELLE PROBABILITÀ DI CAMBIAMENTO DI REGIME	59
<i>Periodo 1926-1935</i>	63
<i>Periodo 1935-1950</i>	65
<i>Periodo 1965-1975</i>	67
<i>Periodo 1980-1995</i>	69
<i>Periodo 1995-2012</i>	71

CONCLUSIONI73

BIBLIOGRAFIA.....77

SITI CONSULTATI83

APPENDICE84

RINGRAZIAMENTI.....96

Introduzione

La storia ci mostra come alcuni eventi di crisi, che colpiscono un settore, siano capaci di assumere grandi dimensioni e riescano poi in breve tempo ad influenzare l'intera economia di un Paese. Per fare qualche esempio riguardante l'economia degli Stati Uniti si possono citare eventi come la grande depressione del 1929, gli shock petroliferi degli anni Settanta, il crollo della borsa del 1987 e il più recente crollo dei mutui subprime, che si è verificato nel 2007, i cui effetti sono percepibili tuttora.

Questi eventi, partendo da una situazione circostanziale o limitata ad un determinato settore, sono riusciti ad influenzare e contagiare l'intero mercato statunitense.

Poiché l'efficienza del mercato non può essere valutata da sola, ma è fortemente dipendente dall'ambiente in cui si trova e che la circonda, con questa analisi si è voluto indagare sui fattori che rendono un mercato più vulnerabile, o che risultano essere la causa di maggiori possibilità di contagio.

L'analisi empirica condotta in questa tesi avrà quindi lo scopo di testare l'efficienza del mercato statunitense nel lungo termine, osservando come esso reagisca ad eventi di shock, e pertanto si analizzerà il meccanismo di evoluzione dei rendimenti delle attività finanziarie, e come le informazioni presenti nel mercato influiscano su tale meccanismo.

Il lavoro cerca di evidenziare le interconnessioni presenti nel mercato, essendo queste motivo di elevato contagio, e che portano alla diffusione di un singolo shock a livello nazionale e che talvolta influenzano anche altre economie.

Il modello econometrico utilizzato per questo tipo di analisi è il modello a cambiamento di regime di Markov e si vorrà testare l'effettiva utilità di un'applicazione in un ambito finanziario. Nello specifico si cercherà di comprendere se tramite la sua particolare costruzione a due regimi si riescano a individuare un regime di stabilità e un regime di turbolenza nell'economia degli Stati Uniti nei momenti di shock.

Il modello a cambiamento di regime di Markov, il cui nome originale è Markov '*regime-switching model*', è stato proposto da Hamilton nel 1989; esso presuppone che

esistano molteplici strutture che possano caratterizzare il comportamento delle serie temporali in diversi regimi e permettendo il passaggio tra queste diverse strutture è in grado anche di catturare schemi dinamici più complessi.

Questo modello è in contrasto con il ‘*random switching model*’ di Quandt, proposto nel 1972, in cui i cambiamenti erano considerati indipendenti nel tempo: la caratteristica che lo contraddistingue è che il meccanismo di cambiamento è controllato da una variabile di stato non osservabile che segue una catena di Markov di primo ordine, e pertanto il corrente valore della variabile di stato dipende dal valore immediatamente passato, inoltre i cambiamenti sono esogeni e ad ogni cambiamento di stato corrisponde una diversa struttura.

Visti gli obiettivi dell’analisi si è pensato fosse utile chiarire alcuni fenomeni come il rischio sistemico ed il rischio di contagio, che spesso vengono discussi congiuntamente. Il rischio sistemico è quel tipo di rischio per cui il manifestarsi di un particolare evento può avere degli effetti di cambiamento nella struttura di un sistema economico: un esempio può essere il caso in cui uno shock improvviso arrivi a compromettere alcune delle funzioni cruciali del sistema, mettendolo in crisi.

Il rischio di contagio è invece quel tipo di rischio per cui si prendono in esame le interazioni tra più soggetti all’interno di un mercato e in cui si va ad analizzare il grado di dipendenza tra un soggetto e l’altro. Per chiarire il concetto di contagio spesso si utilizzano espressioni quali “reazioni a catena” o “effetto domino”.

L’analisi empirica, la cui parte di calcolo è stata effettuata in ambiente Matlab, si è rivolta al mercato azionario statunitense, e nello specifico sono stati analizzati indici azionari aggregati ad un livello di cinque categorie, pertanto si parla di un modello multivariato.

L’aggregazione a cinque categorie è stata effettuata da Kenneth French, noto professore di Finanza alla Tuck School of Business, famoso soprattutto per le sue pubblicazioni riguardanti l’*asset pricing* in collaborazione al neo premio Nobel Eugene Fama. Il database utilizzato, realizzato da French, mette a disposizione numerose tipologie di indici azionari aggregati a diversi livelli di categorie, e con diverse frequenze di osservazione.

Per il presente lavoro sono stati scelti i rendimenti di indici azionari con un livello di aggregazione pari a cinque categorie, la frequenza di osservazione è giornaliera, e il

periodo di osservazione parte dall'anno 1926 e arriva al 2012, per un totale di 23030 osservazioni. I dati scelti sono *value weighted*, ovvero ponderati per il loro indice di capitalizzazione in borsa, e di conseguenza si è cercato di effettuare un'analisi il più uniforme possibile scegliendo una tipologia di dati in cui sono registrate tutte le tipologie di variazioni.

Le cinque categorie che verranno analizzate sono consumi, produzione, tecnologie avanzate, sanità, altro. Nella prima categoria sono presenti i rendimenti per i prodotti quali beni di consumo durevole, beni di consumo non durevole, vendita al dettaglio, vendita all'ingrosso, e alcuni servizi, che saranno descritti nel dettaglio in seguito. Nella seconda categoria sono presenti rendimenti per i settori dell'energia, della produzione e del servizio pubblico. La terza contiene il settore delle tecnologie avanzate, della telefonia e delle trasmissioni televisive. La quarta categoria comprende i rendimenti di tutto ciò che riguarda il settore sanitario, come l'assistenza sanitaria, le apparecchiature e i farmaci, mentre la quinta è una categoria più variegata, e contiene tutte le sottocategorie non specificate in precedenza, come ad esempio il settore delle miniere, quello dei trasporti e, non di minor importanza, anche il settore finanziario.

Il livello di aggregazione non è molto elevato ed ogni categoria raggruppa dei settori importanti, di conseguenza ci aspettiamo che ognuna abbia un'importanza simile alle altre.

Il modello a cambiamento di regime utilizzato in questa analisi prevede il passaggio (*switch*) tra solamente due stati (o regimi), e le cinque categorie verranno riunite in un vettore, pertanto si può parlare di un'analisi autoregressiva vettoriale a cambiamento di regime, in cui a cambiare di regime sono sia la media che la matrice di varianze e covarianze.

Nel corso dell'analisi saranno imposti dei vincoli al modello, in modo tale da ottenere quattro modelli *nested*: i vincoli riguardano il cambiamento all'interno della matrice di varianze e covarianze, mentre la media sarà lasciata libera di cambiare di stato in stato.

Nel primo modello è concesso lo switch sia in varianza sia in covarianza, e quindi si presuppone che in quest'analisi si riescano a catturare nel passaggio di stato sia effetti sistemici che effetti di contagio tra le categorie. Nel secondo modello è concesso lo switch in varianza ma non è concesso lo switch in covarianza, quindi ci si aspetta che il modello riesca a cogliere più efficacemente effetti sistemici piuttosto che di contagio tra

categorie. Nel terzo modello è concesso lo switch in covarianza mentre non è concesso quello in varianza, pertanto i risultati attesi mostreranno una miglior capacità di cogliere effetti di contagio tra categorie nel passaggio di stato piuttosto che effetti sistemici.

Il quarto modello infine ha dei vincoli per cui la matrice di varianze e covarianze non può cambiare nel passaggio di stato, pertanto ci si aspetta che effetti sistemici e di contagio tra categorie non siano evidenti, ed eventuali effetti di cambiamento saranno esclusivamente affidati alla media del modello.

Dopo aver creato questi quattro modelli *nested* si è svolto per ciascuno un'analisi di specificazione tramite il test sul rapporto di verosimiglianza per poter osservare l'accuratezza della specificazione del modello.

Si è inoltre osservato nei modelli il grado di significatività delle categorie, per cercare di evidenziare quale delle cinque fosse la più importante in termini d'influenza nel mercato nel passaggio di stato.

Nei risultati saranno poi mostrate le probabilità di passaggio da uno stato all'altro, nello specifico le probabilità di spostarsi nel secondo stato, e saranno confrontati i risultati dei quattro modelli. In quest'ultima analisi il periodo di riferimento sarà suddiviso in più intervalli, in modo tale da mostrare in maniera più accurata i grafici ottenuti, e si cercherà di controllare lo spostamento in riferimento a fenomeni realmente accaduti negli Stati Uniti.

Nel primo capitolo verranno descritti alcuni concetti fondamentali per la comprensione dell'analisi, si partirà dalla spiegazione del concetto di rischio sistemico mediante l'utilizzo di esempi forniti dalla letteratura a riguardo. Si parlerà del fenomeno del *bank run* e verranno presentati alcuni esempi di bolle finanziarie, tutto ciò per far capire come un singolo evento possa poi contagiare un'intera economia, e possa avere conseguenze a livello globale.

Nel secondo capitolo sarà presentata l'ipotesi di efficienza dei mercati, introdotta da Fama e in maniera indipendente da Samuelson negli anni Sessanta, teoria secondo cui i prezzi riflettono pienamente tutte le informazioni disponibili. Si analizzerà l'evoluzione che ha poi avuto questa teoria nel tempo, passando dalla descrizione del concetto di *random walk*, fenomeno per cui i prezzi seguono un andamento casuale, all'ipotesi di mercati adattivi per poi arrivare alla situazione attuale dell'ipotesi di mercati efficienti.

Nel terzo capitolo sarà introdotto e descritto il modello utilizzato per la nostra analisi, appunto il modello a cambiamento di regime di Markov, nonché uno dei modelli più popolari in letteratura per quanto riguarda le serie temporali non lineari. Nello specifico si parlerà di modello a cambiamento di regime autoregressivo vettoriale (“MS-VAR model” da *Markov Switching-Vector Autoregressive model*), saranno presentati i quattro modelli *nested* e saranno illustrate le tipologie di calcolo utilizzate.

Nel quarto capitolo si parlerà del caso analizzato, ovvero dell’applicazione del modello a cambiamento di regime al mercato azionario statunitense per quanto riguarda il modello multivariato a cinque categorie, in cui verranno analizzati i rendimenti giornalieri del periodo di riferimento che va dal 1926 e arriva al 2012.

Saranno inoltre riportati i risultati dell’analisi svolta, nonché i risultati dei test del rapporto di verosimiglianza, il grado di significatività delle categorie e i grafici riguardanti le probabilità di cambiamento di regime nel periodo indicato. Per quanto riguarda la rappresentazione di queste probabilità il periodo analizzato verrà suddiviso in cinque intervalli per una maggior chiarezza, visto l’elevato numero di osservazioni.

Infine il capitolo conclusivo servirà per riassumere il lavoro svolto e per capire se il modello utilizzato nell’analisi abbia portato dei risultati significativi o meno, e se tale modello possa essere utile per ulteriori applicazioni anche in un futuro.

Seguirà successivamente la bibliografia e l’elenco dei siti consultati, mentre un’appendice, come parte finale del documento, raccoglierà il materiale utilizzato per l’analisi svolta che non è stato presentato in precedenza per non appesantire l’esposizione, in particolare saranno presenti i *SIC codes* con le relative voci a cui si riferiscono, e saranno riportati i riferimenti in cui trovare i codici Matlab utilizzati nell’analisi.

Primo Capitolo

IL RISCHIO SISTEMICO

1- Alcuni esempi dalla letteratura

Il concetto di rischio sistemico è indubbiamente un concetto che ha origini lontane, e non si può dire sia apparso solamente di recente: in letteratura sono molteplici gli autori che hanno voluto spiegare questo fenomeno, utilizzando svariati esempi.

Molto spesso quando si parla di rischio sistemico si parla anche di rischio di contagio, essendo questi due collegati tra loro, e può succedere che si finisca con il parlare di entrambi. Il rischio di contagio prende origine dall'ambito medico in cui si parla appunto di contagio in merito alla trasmissione di virus o al propagarsi di epidemie da un corpo malato ad un corpo sano. Lo stesso meccanismo di diffusione si può estendere in economia e in finanza, dove un soggetto in situazione di fallimento può portare al fallimento di un altro che, pur "in salute", si trova interconnesso al primo. Il soggetto in questione può essere una singola azienda, come una qualsiasi altra istituzione, come un mercato o un sistema.

Bazzana e Debortoli, nel *paper* "Il rischio sistemico in finanza: una rassegna dei recenti contributi in letteratura" (2002) lo definiscono invece il rischio sistemico come 'rischio che il manifestarsi di un determinato evento possa provocare cambiamenti nella struttura di un sistema economico o finanziario'. Citando inoltre lavori di altri autori, parlano di '*shock* all'interno del sistema finanziario che danneggia funzioni cruciali dello stesso' (Hunter e Marshall, 1999), oppure di 'catena sequenziale di perdite avviate da un unico avvenimento' (Kaufman, 1994), o anche 'serie di reazioni a catena potenzialmente devastanti' (Bank for International Settlements, 1992), o semplicemente 'evento non frequente' (Das e Uppal, 2001).

Schwarz in “Systemic Risk” (2008) parla di una sorta di effetto domino riferendosi alla modalità di contagio a cui è sottoposto il sistema finanziario. L’autore inoltre effettua una misurazione degli effetti e dell’efficacia delle politiche regolamentarie per la gestione del rischio sistemico, focalizzato sia sugli intermediari sia sui mercati vista l’inevitabile interconnessione e facendo riferimento alla recente crisi dei mutui.

Forbes e Rigobon (2001) giungono ad una conclusione più restrittiva e coerente con quanto accennato escludendo le situazioni in cui i co-movimenti non crescono in maniera significativa chiamando questa situazione ‘interdipendenza’. Con tale premessa si può testare e osservare inequivocabilmente quando il contagio accada o no, e come questo si propaghi nei sistemi. Gli autori verificano empiricamente osservando i coefficienti di correlazione i contagi e gli effetti durante la crisi dell’Asia orientale del 1997, svalutazione del peso messicano nel 1994 e crisi US nel 1997 concludendo che in questi casi non si possa parlare di contagio.

Per una più precisa descrizione del fenomeno del rischio sistemico, bisogna mettere in luce l’importanza degli shock sistemici, in cui nello stesso momento sono colpiti più soggetti. Questi shock aumentano le problematiche e causano un’instabilità che può propagarsi da un settore all’altro dell’economia, rischiando di danneggiare il funzionamento del sistema finanziario.

In uno shock sistemico è possibile individuare principalmente due componenti: la prima è lo shock, che può avere un raggio d’azione più o meno ampio, e riguardare una sola istituzione finanziaria oppure arrivare a toccare l’intera economia, mentre la seconda componente è il meccanismo di propagazione, che si differenzia a seconda dell’esposizione diretta o indiretta all’evento causato dallo shock. È più pericolosa un’esposizione indiretta per il motivo che la trasmissione può includere l’interazione tra variabili finanziarie e reali e la crisi si può estendere a livello macroeconomico.

È possibile parlare di costo per il sistema economico per il fatto che uno shock può avere come effetti un disallineamento dei prezzi, una perdita di competitività per il paese colpito, un aumento della disoccupazione, effetti quali “bank run” e “bank panic” (che verranno descritti in seguito).

Gai e Kapadia, in “Contagion in financial networks” (2010), parlano di shock idiosincratici e analizzano i network e i nodi in riferimento alle relazioni tra i soggetti

operanti nel sistema. Si può notare come tutti gli autori qui proposti diano importanza all'interconnessione tra più sistemi economici o tra più Paesi.

Si può pensare che istituzioni di grandi dimensioni siano più soggette a causare eventi sistemici rispetto a quelle di dimensioni inferiori, ma non bisogna cadere in questo tipo di errore: non è la dimensione ad essere determinante, quanto piuttosto lo è il grado di correlazione che un soggetto ha con gli altri operanti nel sistema. Va da sé che un'istituzione di più grandi dimensioni avrà inevitabilmente un numero maggiore di controparti, ma che anche una di più piccole dimensioni può essere molto determinante nel momento in cui si trovi ad essere interconnessa con un alto numero di soggetti facenti parte del mercato.

Si arriva perciò a capire quanto siano importanti le interconnessioni tra un soggetto e un altro, e come queste siano le cause che portano al contagio di più soggetti.

È importante pertanto analizzare la situazione in cui si trovano i partecipanti al sistema ed individuare poi l'intensità delle interconnessioni tra questi soggetti, concentrandosi sulla loro influenza reciproca per capire da quali fattori sia scaturito il rischio di contagio.

Pericoli e Sbracia, in "A Prime on Financial Contagion" (2003), si soffermano sull'analisi delle cinque definizioni più utilizzate per chiarire questo concetto, prendendo spunto da avvenimenti accaduti quali crisi o fallimenti che hanno riguardato una molteplicità di Paesi e mercati. Le definizioni utilizzate sono le seguenti:

1- *"Contagion is a significant increase in a probability of a crisis in one country, conditional on a crisis occurring in another country"*;

Gli autori affermano che solitamente questa definizione si riferisce agli studi empirici effettuati sulle implicazioni internazionali causate dai crolli dei tassi di cambio. Tali studi osservano come crisi dei tassi di cambio siano solite coinvolgere un ampio insieme di Paesi. La definizione non specifica i fattori che scatenano la crisi iniziale, e non dà particolare importanza al meccanismo di diffusione, pertanto può essere presa come esempio da molti punti di vista, anche differenti, sul meccanismo di trasmissione internazionale.

2- *"Contagion occurs when volatility of asset prices spills over from the crisis country to other countries"*;

Questa definizione si rivelerà fondamentale per quelle seguenti. Gli autori evidenziano che sia stato dimostrato empiricamente come la volatilità dei prezzi nei mercati (tipicamente associata a turbolenza e incertezza dei mercati stessi) si possa trasmettere tra i diversi mercati per effetto del contagio, dovuto al fatto della frequente interdipendenza tra gli stessi.

3- *“Contagion occurs when cross-country comovements of asset prices cannot be explained by fundamentals”*;

Questa definizione inquadra la presenza di un problema di coordinamento in modelli che consentono equilibri multipli istantanei, e afferma che si può parlare di contagio nel momento in cui non sia possibile riferirsi alle informazioni a disposizione per spiegare un problema. Le informazioni disponibili possono comunque spiegare perché alcuni Paesi sono vulnerabili alle crisi mentre altri non lo sono, ad esempio possono spiegare come la crisi di liquidità sia una possibile causa di contagio nel momento in cui alcuni Paesi non dispongano delle necessarie riserve internazionali relative a passività a breve termine denominate in valuta estera.

4- *“Contagion is a significant increase in comovements of prices and quantities across markets, conditional on a crisis occurring in one market or group of markets”*

La definizione in questione si rivolge ad avvenimenti realmente accaduti, come ad esempio il crollo del mercato azionario di Hong Kong del 1997, o la crisi russa del 1998, oppure il più recente fallimento della Lehman Brothers nel 2008.

L'espressione 'significativo', ci dà una dimensione quantitativa e rispetto ad una qualche dimensione standard trasmette il concetto di contagio, come a voler ricercare nell'entità del cambiamento dei prezzi un qualche break strutturale.

5- *“(Shift-)contagion occurs when the transmission channel intensifies or, more generally, changes after a shock in one market”*

In questa definizione viene presentato lo “shift-contagio” o contagio passivo, fenomeno che si nota quando ci sia un co-movimento eccessivo (sia dal punto di vista positivo che negativo) di prezzi e quantità cross-country. Il focus è posto nel cambio del meccanismo di trasmissione che si rafforza rendendo il fenomeno più “grave”, se non addirittura evidenziando la possibilità di canali di trasmissioni che si sviluppano specificatamente in eventi di crisi.

Tornando al concetto di rischio sistemico, si può dire che per definizione è quel tipo di

rischio che coinvolge il sistema finanziario, e con esso l'insieme d'istituzioni che ne fanno parte. Come spiegato in precedenza, più che le singole istituzioni, riguarda le loro relazioni di interdipendenza di carattere commerciale, le quali sono la causa di eventuali propagazioni nel momento in cui si verifichi una perdita, o un'insolvenza.

Si è ritenuto quindi opportuno attribuire un ruolo fondamentale alle banche, ma bisogna segnalare anche che l'accentuarsi della disintermediazione che si è verificata negli ultimi periodi, come pure l'acuirsi della concorrenza tra istituzioni di natura diversa (come ad esempio la "banca universale", o "banca mista") abbiano fatto in modo che l'attenzione fosse spostata dalle banche ai mercati finanziari, e alle interazioni tra i vari soggetti operanti.

Indubbiamente non hanno giocato a favore di una semplificazione nell'individuare le ragioni di una crisi né l'introduzione di nuovi prodotti finanziari, né l'apertura a mercati causata da alcune importanti deregolamentazioni e dal livello raggiunto dall'operatività dei soggetti operanti nel mercato in termini di globalizzazione.

In seguito alla più recente crisi finanziaria iniziata nel 2007 ci si è rivolti ad un problema riguardante la struttura delle connessioni tra le varie istituzioni e le scadenze dei loro finanziamenti.

L'introduzione nel sistema di prodotti come i derivati finanziari di certo non ha aiutato a risolvere il rischio: lo ha solo diversificato. In realtà questi strumenti, causa anche la loro complessità, hanno portato a maggiori sovrapposizioni di rischi e alla creazione di portafogli molto simili tra le diverse istituzioni, e ciò ha comportato inevitabilmente l'espandersi della probabilità di fallimento anche ad altre istituzioni.

Volendo riassumere i vari punti di vista emersi dai numerosi documenti presenti in letteratura, si può dire che gli autori siano concordi sul fatto che il rischio sistemico non può essere eliminato o ridotto semplicemente con la diversificazione di portafoglio, ma dipende bensì da fattori che influiscono sull'andamento generale del mercato; è il rischio che l'incapacità di assolvere alle proprie obbligazioni da parte di un partecipante al sistema di compensazione dia luogo ad un'inadempienza "a catena"; è il rischio che un fallimento provochi altri fallimenti.

Come si può osservare ognuna di queste definizioni fa risaltare il fatto che il rischio sistemico è determinato da uno shock iniziale e da una successiva espansione a macchia d'olio.

2- Segnali di una crisi sistemica

Dopo aver analizzato vari esempi presenti in letteratura è necessario cercare di capire quali possono essere i segnali che possono farci capire che si è di fronte ad una crisi sistemica.

Generalmente i principali sentori si possono avere nel momento in cui il valore di alcune variabili si scosta dal proprio trend e tale scostamento supera un determinato limite soglia, un esempio può essere il presentarsi di una situazione in cui sono presenti rapide crescite nel settore del credito privato e nei prezzi delle attività.

Billio et al. in “Econometric Measures of Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors” (2011) riportano diversi metodi proposti da altri autori per una misurazione empirica del rischio, quali: conditional value-at-risk (CoVaR), marginal expected shortfall (MES), distressed insurance premium (DIP). Nel loro lavoro è proposto infine un metodo econometrico attraverso l'utilizzo di Granger-causality tests.

Va ricordato inoltre il ruolo sicuramente non marginale delle agenzie di rating, in quanto esse hanno un'importante influenza sui mercati tramite i loro giudizi riguardo agli agenti che partecipano al mercato e alla loro salute economica.

Il loro giudizio può trasmettere un senso di fiducia o di diffidenza agli investitori e i mercati prestano molta attenzione a tali giudizi. Va da sé che gli investitori, ascoltando questi giudizi, si lasciano guidare nelle loro decisioni, e quindi un singolo upgrade o downgrade può far muovere grossi capitali e apportare modifiche non indifferenti alla situazione del mercato.

Si possono verificare dei conflitti d'interesse tra agenzie di rating e società che subiscono il loro giudizio, per il fatto che gli interessi in gioco sono molto delicati, e quindi capita che la validità di tali giudizi vengano messi in dubbio. Basti pensare al caso Lehman Brothers e alla crisi dei mutui *subprime* che ha portato alla bancarotta una società con un rating molto elevato, e che ha poi avuto conseguenze disastrose, ormai note a tutti.

Giacché il settore finanziario è esposto al rischio di contagio è necessaria un'analisi del rapporto tra questo rischio e le banche, per cercare di comprendere come si può passare da una situazione di difficoltà di una singola banca ad una situazione crisi di un settore. Sono principalmente due i canali di propagazione degli shock: il primo canale è quello dell'esposizione diretta che si riferisce all'effetto domino che si può verificare a causa

dei fitti collegamenti presenti nel mercato interbancario; il secondo invece è quello informativo, che si riferisce alle asimmetrie informative o all'errata interpretazione dei segnali da parte dei soggetti partecipanti al mercato e dai risparmiatori, che provocano il fenomeno noto in letteratura come corsa agli sportelli.

Autori come Flannery (1996) parlano di “contagio banca per banca”, evidenziando l'aspetto secondo cui il contagio non si propaga solo a livello macroeconomico, ma anche a livello microeconomico. Si può comprendere come il rischio di contagio interbancario sia un elemento determinante del rischio sistemico, e di conseguenza quest'ultimo va analizzato studiando il contesto in cui si trovano ad operare le banche, e non solamente l'attività in senso lato.

3- Bank run e bank panic

Nell'analisi del problema del contagio tra banche è imprescindibile la descrizione di fenomeni quali il bank run e del bank panic. Il bank run è un evento che frequentemente è apparso nel corso della storia, vista l'evidente importanza delle banche nei sistemi economici e che spesso ha contagiato poi l'economia reale. La peculiarità del fenomeno è evidenziata da Bazzana e De Bortoli in “Il rischio sistemico in finanza: una rassegna dei recenti contributi in letteratura” (2002), che lo descrivono in come l'evento in cui “i depositanti si sono affrettati a ritirare i propri risparmi per il timore del fallimento della loro banca, costringendola, per questi improvvisi rialzi nella domanda di prelievi, a liquidare almeno in parte i suoi *asset* e sottoponendola al rischio di incorrere in perdite notevoli”. Come accennato il fattore importante non è la mera possibilità che ci sia contagio tra le banche ma che queste contagino l'intero sistema visto che è insito nell'attività bancario il fatto di avere relazioni (il più possibile numerose) con altri attori dell'economia e possibilmente diversificando le controparti (per non incorrere in un rischio di concentrazione). In tale direzione si può leggere anche l'intervento del Comitato di Basilea con norme sempre più stringenti a tutela dei depositanti.

I due fenomeni *run* e *panic* hanno un distinguo su base quantitativa. Il bank panic per essere tale deve avere impatto su più banche.

Lo studio della “corsa agli sportelli” inizia nei primi anni Ottanta attraverso diverse modellizzazioni da parte degli studiosi. Lavoro che si può ritenere centrale nonché il primo è “Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity” di Diamond e Dybvig (1983).

Gli autori si occupano della fragilità e dell’instabilità di una banca che trattiene in riserva una frazione dei depositi raccolti, per soddisfare la domanda di liquidità che proviene dagli investitori che affrontano rischi osservabili solo privatamente. Le banche raccolgono i depositi e li trasformano in investimenti, e quando i risparmiatori decidono di ritirare i propri risparmi, vengono soddisfatti secondo una regola nota come *first-come-first-served*, e quindi sequenzialmente, rispettando l’ordine con il quale le richieste sono inoltrate. Il lavoro dimostra che le aziende bancarie, emettendo contratti di depositi ritirabili a richiesta, possono migliorare la competitività del mercato permettendo una migliore suddivisione del rischio tra persone che hanno bisogno di denaro contante in tempi casualmente diversi.

Ancora Bazzana e De Bortoli citano tra gli studi di partenza quelli di Gorton che centra il modello sull’informazione a disposizione dei depositanti che preferiranno allocare le loro risorse in investimenti più profittevoli temendo una cattiva gestione da parte del banchiere. Citano inoltre quelli di Postlewaite e Vives che prevedono anche la possibilità di un run positivo essendo possibile un solo equilibrio e infine di Chary e Jagannathan per i quali i *run* si scatenano quando parte dei depositanti osserva lunghe code agli sportelli per richieste di prelievo indipendentemente dalla motivazione, facendo leva sull’aspetto di scarsa informazione dei depositanti e su aspetti psico-sociali.

Tuttavia, da questi contratti può derivare un bank run. Infatti, se una frazione dei clienti sperimenta uno *shock* di liquidità e desidera ritirare i propri depositi anticipatamente, sussiste il rischio che tra gli altri clienti si diffonda la paura che un numero elevato di depositanti prelevi anticipatamente e che in questo modo si favorisca un assalto alla banca. Di fronte al panico dei risparmiatori e alle loro richieste di restituzione immediata, anche le banche sane possono andare incontro a bank run e possono fallire.

Poiché la natura dei prelievi anticipati è casuale, questo modello ha anche sostenuto l’interpretazione del fallimento di una banca come fenomeno casuale.

La letteratura si amplia con il passare degli anni indagando anche empiricamente sul fenomeno. In tal senso De Bandt e Hartmann del 2000 analizzano i diversi approcci

empirici che si possono utilizzare per la misurazione e verifica del contagio. Gli autori individuano cinque categorie: misurazione dell'autocorrelazione tra fallimenti di banche; sopravvivenza delle banche nei periodi di panico; relazione tra fallimenti e valori azionari di altre banche; l'effetto notizia e infine considerando l'esposizione fisica tra banche.

Le tematiche dell'informazione restano centrali, in particolare per il periodo odierno in cui non manca la quantità ma spesso va messa in dubbio la qualità delle stesse, la possibilità di moral hazard da parte delle banche e il fattore globalizzazione che sempre più coinvolge gli istituti.

4- Alcuni esempi di bolle finanziarie

Dal momento che si è parlato di eventi sistemici e di crisi sistemiche ora si cercherà di ricostruire una sorta di linea del tempo delle principali bolle finanziarie che hanno colpito Europa e Stati Uniti nel corso della storia, con effetti di grandi dimensioni.

Protter, in "A mathematical theory of financial bubbles" (2012), introduce il termine di bolla finanziaria e propone i seguenti avvenimenti per quanto riguarda l'Europa:

- La bolla nota come "Tulipomania" che prese luogo ad Amsterdam nel 17° secolo (circa 1630) è la prima bolla documentata dell'era moderna. Alcuni commercianti hanno avuto ricchezza eccessiva dovuta al ruolo Olanda nel trasporto e nel commercio mondiale, e quando i tulipani divennero una moda, alcuni bulbi rari e complicati ottenuti attraverso tecniche ibride hanno portato alla massiccia speculazione nei prezzi dei bulbi. Un bulbo in particolare, è arrivato ad avere il valore di due carrozze con i cavalli, l'allora equivalente di due automobili. Come spesso accade con le ampie bolle economiche, quando la bolla è scoppiata, l'economia dell'Olanda è andata in tilt.
- Nel 18° secolo, John Law ha consigliato alla Banque Royale (Parigi, 1716-1720) di finanziare debiti di guerra della corona con la svendita di titoli che danno diritto all'oro ancora da scoprire nei territori della Louisiana. Quando l'oro non è stato trovato, la bolla è scoppiata, provocando una catastrofe economica, e ha contribuito a creare la sfiducia francese delle banche che durò quasi 100 anni.

- Nel Regno Unito, la South Sea Company di Londra (1711-1720) vendette i diritti per l'oro saccheggiato dalle civiltà Inca e Aztechi del Sud America, trascurando il dettaglio che gli spagnoli controllavano già tale commercio e avevano pure il comando del mare alto al momento. Poiché questo è stato realizzato dal pubblico britannico, la bolla è scoppiata.

Per quanto riguarda invece gli Stati Uniti, Protter elenca le seguenti bolle:

- Il crollo nel 1816 dovuto alla speculazione edilizia;
- L'“esuberanza irrazionale”(termine coniato da Alan Greenspan) causata dalla costruzione del maestoso canale Erie che collega New York a Chicago attraverso le vie navigabili interne, portò al crollo del 1837;
- La costruzione del sistema ferroviario all'interno degli Stati Uniti causò un'ulteriore effetto di “esuberanza irrazionale”, la quale portò a “Il Panico del 1873”;
- Il panico di Wall Street dell'ottobre 1907, dove il mercato è sceso del 50%, ha contribuito a consolidare la fama di J.P. Morgan, che (secondo la leggenda) entrò nella mischia e placò il panico annunciando che avrebbe comprato tutto. Ha anche avuto qualche buon effetto, come conseguenza ha creato l'atmosfera che ha portato alla creazione e allo sviluppo della Federal Reserve nel 1913, attraverso il disegno di legge Glass-Owen.
- E, naturalmente, la madre di tutte le bolle è iniziata con la speculazione fondiaria del Florida quando la gente comprò terreni paludosi che vennero venduti come splendide strutture sul lungomare; questo poi è passato alla massiccia speculazione di borsa, per finire con il “Great Crash” del 1929.
- Non c'era nessuna speculazione galoppante nei mercati degli Stati Uniti, né grandi panici, negli anni '40 e '50, ma ha cominciato di nuovo con minori crolli del mercato azionario negli anni '60 e negli '80;
- La meraviglia del “finanziamento di buoni spazzatura”, ha portato alla fama di Michael Milken, al film *Wall Street*, e al crollo della borsa del 1987;
- Dove la speculazione a causa della promessa commerciale di Internet ha portato alla caduta dei “dot com”, dall'11 marzo 2000 al 9 ottobre 2002. Molte dei “dot

com” di internet erano presenti nell’indice Nasdaq Composite, che ha perso il 78% del suo valore è sceso da 5.046,86 a 1.114,11. Fu un incidente davvero drammatico.

- Infine, siamo tutti a conoscenza della recente bolla immobiliare statunitense legata ai mutui subprime, e la creazione di molti acronimi di prodotti finanziari a tre lettere, quali ABS, CDO, CDS, e anche CDO. Vale la pena notare che il crollo del 2007/2008, insieme con quello del 1929, sfuggì ai confini economici dell’America settentrionale e portò gran parte del mondo nella depressione economica.

Secondo Capitolo

TEORIA DELL'EFFICIENZA DEI MERCATI

1- Origini

L'ipotesi di efficienza dei mercati (d'ora in poi EMH, dall'inglese *Efficient Market Hypothesis*), sostiene che i prezzi di mercato riflettano completamente tutte le informazioni disponibili. Sviluppata in maniera indipendente da Paul A. Samuelson e Eugene F. Fama nel 1960, questa idea è stata applicata ampiamente a modelli teorici e studi empirici di prezzi di titoli finanziari, generando notevoli controversie, così come intuizioni basilari nel processo di determinazione dei prezzi. La critica più duratura deriva dagli psicologi e dagli economisti del comportamento che sostengono che l'EMH si basi su ipotesi controfattuali per quanto riguarda il comportamento umano, cioè, la razionalità. I recenti progressi nella psicologia evolutiva e le neuroscienze cognitive possono essere in grado di conciliare l'EMH con anomalie comportamentali.

Le origini dell'EMH possono essere fatte risalire al lavoro di due individui nel 1960: Eugene F. Fama e Paul A. Samuelson. Sorprendentemente, hanno sviluppato indipendentemente la stessa idea di base dell'efficienza del mercato da due programmi di ricerca piuttosto diversi. Queste differenze potrebbero spingere il loro lavoro lungo due traiettorie distinte che portano a diverse altre innovazioni, tutte provenienti dal loro punto d'intersezione, l'EMH.

Come molte idee dell'economia moderna, il termine EMH è stato coniato da Samuelson (1965), il cui contributo è ben sintetizzato dal titolo del suo articolo "*Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*" ("La dimostrazione che i prezzi, adeguatamente anticipati, fluttuano casualmente"). In un mercato efficiente dal punto di vista delle informazioni disponibili, variazioni di prezzo devono essere imprevedibili se

sono anticipati correttamente, cioè, se recepiscono completamente le informazioni e le aspettative di tutti i partecipanti al mercato. Dopo aver sviluppato una serie di soluzioni di programmazione lineare a modelli di *pricing* spaziali senza incertezze, Samuelson ebbe l'idea di mercati efficienti attraverso il suo interesse per i modelli di *pricing* temporali di merci memorizzabili che vengono raccolte e sottoposte a decomposizione. Il costante interesse di Samuelson nella meccanica e cinematica dei prezzi, con e senza incertezze, ha portato lui e i suoi studenti a diversi programmi di ricerca fruttuosi tra cui soluzioni per l'*asset allocation* dinamica e problema del consumo-risparmio, l'errore della diversificazione temporale e di politiche d'investimento log-ottimali, analisi del prezzo delle opzioni e dei warrant e, in ultima analisi, i modelli di *pricing* delle opzioni di Black-Scholes-Merton (1973).

In contrasto con il percorso di Samuelson all'EMH, gli articoli fondamentali di Fama (più articoli dal 1963 al 1970) sono basati su suo interesse per misurare le proprietà statistiche dei prezzi delle azioni, e per risolvere il dibattito tra analisi tecnica (l'uso di schemi geometrici dei prezzi e grafici di volume per prevedere i futuri movimenti di prezzo di un titolo) e di analisi fondamentale (l'uso dei dati economici e contabili per determinare il *fair value* di un titolo). Tra i primi a impiegare calcolatori digitali moderni per condurre una ricerca empirica nel campo della finanza, e il primo ad usare il termine "mercati efficienti", Fama rese operativa l'ipotesi di EMH - sintetizzò in una breve espressione "i prezzi riflettono pienamente tutte le informazioni disponibili" - strutturando varie serie di informazioni disponibili ai partecipanti al mercato.

Il fascino della teoria di Fama con l'analisi empirica ha portato lui e i suoi studenti su un percorso molto diverso da Samuelson, producendo contributi metodologici ed empirici significativi come lo studio dell'evento, numerosi test econometrici mono e multifattoriali e modelli di *asset pricing* lineari, e una miriade di regolarità empiriche e anomalie dei mercati azionari, obbligazionari, valutari e delle materie prime.

Il concetto di EMH di efficienza informativa ha una visione poco intuitiva: più efficiente è il mercato, più casuale è la sequenza delle variazioni dei prezzi generati da tale mercato, e il mercato più efficiente di tutti è quello in cui le variazioni di prezzo sono del tutto casuali e imprevedibili. Questo non è un controsenso, ma in realtà è il risultato diretto di molti operatori attivi che cercano di trarre profitto dalle loro informazioni.

Guidato da opportunità di profitto, un esercito d'investitori si avventano anche al più piccolo vantaggio informativo a loro disposizione, e così facendo essi incorporano le loro informazioni nei prezzi di mercato ed eliminano velocemente le opportunità di profitto che prima hanno motivato i loro affari.

Se questo avviene istantaneamente, e ciò è più un'idealizzazione del mondo dei mercati senza attriti e senza costi di transazione, allora i prezzi devono sempre rispecchiare appieno tutte le informazioni disponibili.

Pertanto, i profitti non possono essere ottenuti da negoziazioni basate sull'informazione poiché tali utili sarebbero già stati razzati. In termini matematici, i prezzi seguono martingale.

Tale motivazione convincente per casualità è unica tra le scienze sociali e ricorda il ruolo che l'incertezza gioca nella meccanica quantistica. Proprio come principio d'indeterminazione di Heisenberg pone un limite a ciò che possiamo conoscere la posizione di un elettrone e quantità di moto se la meccanica quantistica detiene, questa versione dell'EMH pone un limite a ciò che possiamo sapere su futuri cambiamenti di prezzo se le forze economiche rimangono valide.

Un decennio dopo i riferimenti di Samuelson (1965) e Fama (1970), molti altri hanno esteso il loro quadro per consentire agli investitori avversi al rischio, producendo una versione "neoclassica" della EMH, dove le variazioni dei prezzi, opportunamente ponderati per l'utilità marginale aggregata, devono essere imprevedibili.

Nei mercati in cui, secondo Lucas (1978), tutti gli investitori hanno aspettative razionali, i prezzi non rispecchiano appieno tutte le informazioni disponibili e i prezzi ponderati per l'utilità marginale seguono martingale.

L'EMH è stato esteso in molte altre direzioni, compresa l'incorporazione delle attività non quotate quali il capitale umano, le preferenze degli investitori, gli investitori eterogenei, asimmetrie informative e costi di transazione. Ma l'orientamento generale è lo stesso: gli investitori individuali formano aspettative razionali, i mercati si aggregano in modo efficiente secondo le informazioni e prezzi di equilibrio incorporano tutte le informazioni disponibili istantaneamente.

2- L'ipotesi di random walk

L'importanza dell'EMH deriva principalmente dalle sue implicazioni di taglio empirico molte delle quali sono state testate nel corso degli anni. Gran parte della letteratura sull'EMH ruotava intorno all'ipotesi di “passeggiata casuale” (d'ora in avanti RWH dall'inglese “*random walk hypothesis*”) e il modello di martingala, due descrizioni statistiche delle variazioni imprevedibili dei prezzi, che sono state inizialmente adottate per essere implicazioni della EMH. Una delle prime prove del RWH ha confrontato la frequenza di sequenze e capovolgimenti storici nei rendimenti azionari, in cui i primi sono coppie di rendimenti consecutivi con lo stesso segno, e i secondi sono coppie di rendimenti consecutivi con segno opposto.

Più di recente, Lo e MacKinlay (1988) sfruttano il fatto che le varianze dei rendimenti scalano linearmente sotto il RWH - la varianza di un rendimento di due settimane è due volte la varianza di un rendimento di una settimana se rimane valide la RWH - e costruiscono un test del rapporto di varianza che respinge la RWH per indici settimanali di rendimenti azionari statunitensi per il periodo 1962-1985. In particolare, scoprono che le varianze crescono più velocemente rispetto a una crescita lineare quando aumenta l'*holding period*, il che implica una correlazione seriale positiva dei rendimenti settimanali. Stranamente, Lo e MacKinlay mostrano anche che singoli titoli in genere soddisfano la RWH.

French e Roll documentano un fenomeno correlato: le variazioni dei rendimenti azionari e gli scambi durante i fine settimana e sono notevolmente inferiori durante i festivi rispetto alle variazioni dei rendimenti sullo stesso numero di giorni in cui i mercati sono aperti. Questa differenza suggerisce che l'atto stesso di negoziazione crea volatilità, che potrebbe essere un sintomo di *noise traders*.

Per *holding period* molto più lungo di una settimana - per esempio, dai tre ai cinque anni - Fama e French (1988) trovano correlazione seriale negativa negli indici dei rendimenti azionari statunitensi utilizzando dati che coprono il periodo che va dal 1926 al 1986. Anche se le stime dei coefficienti di correlazione seriale sembrano più grandi in ampiezza, non ci sono dati a sufficienza per respingere la RWH ai normali livelli di significato. Inoltre, certi manuali statistici getterebbero seri dubbi sull'affidabilità di queste inferenze ad orizzonte così lungo.

Infine, Lo (1991) considera un altro aspetto dei prezzi di borsa, partendo dalla RWH: la memoria a lungo termine. Le serie temporali con memoria a lungo termine espongono un grado di persistenza insolitamente elevato, in modo che le osservazioni del passato remoto non sono semplicemente correlate con le osservazioni di un futuro distante, anche quando il lasso di tempo tra i due osservazioni aumenta. La predilezione della natura nei confronti della memoria a lungo termine è stata ben documentata nelle scienze naturali come l'idrologia, meteorologia e la geofisica, e alcuni hanno sostenuto che anche le serie storiche economiche devono avere questa struttura. Tuttavia, utilizzando tecniche statistiche sviluppate di recente, Lo (1991) costruisce un test per la memoria a lungo termine che è robusto per correlazioni a breve termine del genere scoperto da Lo e MacKinlay (1988), e conclude che, nonostante le prove prima del contrario, c'è poco supporto per la memoria a lungo termine nei prezzi di mercato azionario. Partenze dal RWH possono essere pienamente spiegate dai modelli convenzionali di dipendenza a breve termine.

3- Test sui limiti della varianza

Un'altra serie di test empirici della EMH inizia con l'osservazione che in un mondo senza incertezze il prezzo di mercato di una quota di azioni ordinarie deve essere uguale al valore attuale di tutti i dividendi futuri, scontato al costo adeguato del capitale. In un mondo incerto, si può generalizzare questo modello *dividend-discount* o relazione del valore attuale in modo naturale: il prezzo di mercato è uguale al valore atteso condizionato del valore attuale di tutti i dividendi futuri, scontato all'appropriato costo del capitale aggiustato per il rischio, e condizionato tutte le informazioni disponibili. LeRoy e Porter (1981) prendono questo come punto di partenza nel confronto tra la varianza dei prezzi di mercato azionario per la varianza di valori attuali dei dividendi futuri *ex post*. Se il prezzo di mercato è il valore atteso condizionato di valori attuali, allora la differenza tra i due, ovvero l'errore di previsione, deve essere correlata con l'aspettativa condizionata, come da costruzione. Ma questo implica che la varianza del valore attuale *ex post* è la somma della varianza del prezzo di mercato (il valore atteso condizionato) e la varianza dell'errore di previsione. Poiché le volatilità sono sempre non negative, tale scomposizione della varianza implica che la varianza dei prezzi delle

azioni non può superare la varianza dei valori attuali *ex post*. Utilizzando i dati annuali del mercato azionario statunitense di vari periodi campionari, LeRoy e Porter (1981) trovano che la varianza legata viene violata in modo drammatico. Anche se LeRoy e Porter sono più cauti circa le implicazioni di tali violazioni, altri autori affermano che i prezzi di borsa sono troppo volatili e l'EMH dev'essere falsa.

Ancora più importante, su basi puramente teoriche Marsh e Merton (1986) e Michener (1982) fornisce due spiegazioni per le violazioni del vincolo di varianza che sono perfettamente coerenti con la EMH. Marsh e Merton (1986) mostrano che se i manager livellano i dividendi - un fenomeno empirico noto documentato in diversi studi di politica dei dividendi - e se i guadagni seguono una passeggiata casuale geometrica, allora il vincolo della varianza viene violato in teoria, nel qual caso le violazioni empiriche possono essere interpretate come il supporto per questa versione del EMH.

In alternativa, Michener costruisce un semplice modello di equilibrio dinamico in cui i prezzi riflettono pienamente tutte le informazioni disponibili in ogni momento, ma dove gli individui sono avversi al rischio, e questa avversione al rischio è sufficiente a causare la varianza destinata a essere violato pure in teoria.

Questi risultati evidenziano un aspetto importante dell'EMH che non era stato sottolineato nei precedenti studi: test dell'EMH sono sempre test di ipotesi congiunte. In particolare, la frase "i prezzi riflettono pienamente tutte le informazioni disponibili" è una dichiarazione su due aspetti distinti dei prezzi: il contenuto informativo e il meccanismo di formazione dei prezzi. Pertanto, qualsiasi prova di questa proposizione deve riguardare il tipo d'informazione che si riflette nei prezzi, e come questa informazione si rifletta nei prezzi.

Oltre ai problemi riguardanti l'inferenza statistica, la violazione empirica dei vincoli della varianza può essere interpretato in molti modi. Potrebbe essere una violazione dell'EMH, o un segno che gli investitori sono avversi al rischio, o un sintomo di livellamento del dividendo. Per scegliere tra queste alternative, è necessaria una maggiore evidenza.

4- Reazioni eccessive

Una spiegazione comune per definire un punto di partenza dell'EMH è che gli investitori non sempre reagiscono in proporzione adeguata alle nuove informazioni. Ad esempio, in alcuni casi, gli investitori possono reagire in modo eccessivo alle prestazioni, vendendo titoli che hanno subito perdite recenti o l'acquisto di titoli che hanno goduto guadagni recenti. Tale reazione eccessiva tende a spingere i prezzi oltre il loro valore di mercato "giusto" o "razionale", con l'effetto di avere investitori razionali che si spingono in investimenti con strategie opposte e che riportano così i prezzi in linea alla fine. L'implicazione di questo fenomeno è l'inversione dei prezzi: ciò che sale deve scendere, e viceversa. Un'altra implicazione è che le strategie d'investimento controcorrente - strategie in cui vengono acquistati i titoli "perdenti" e sono venduti quelli "vincenti" - faranno guadagnare rendimenti superiori.

Entrambe queste implicazioni sono state testate e confermate con dati recenti del mercato azionario degli Stati Uniti. Ad esempio, utilizzando rendimenti mensili azionari del New York Stock Exchange (NYSE) per il periodo 1926-1982, è stato mostrato che i vincitori e perdenti in un periodo di 36 mesi tendono a invertire le loro prestazioni nel corso dei 36 mesi successivi. Curiosamente, molti di questi capovolgimenti si verificano nel mese di gennaio. Si mostra inoltre che una strategia di investimento zero-net in cui le posizioni lunghe in perdenti sono finanziate da posizioni corte in vincitori produce quasi sempre rendimenti positivi per i rendimenti azionari mensili NYSE / AMEX per il periodo 1962-1985.

Tuttavia, Chan (1988) sostiene che la redditività delle strategie d'investimento controcorrente non può essere presa come prova conclusiva contro l'EMH, perché di solito c'è alcuna contabilizzazione per il rischio in questi calcoli di redditività. Con l'aggiustamento per il rischio dei rendimenti di una strategia di trading controcorrente secondo il modello CAPM (Capital Asset Pricing Model), Chan (1988) mostra che i rendimenti attesi sono coerenti con la EMH.

Inoltre, Lo e MacKinlay (1990) mostrano che almeno la metà degli utili riportati da Lehmann (1990) non sono dovuti a reazioni eccessive, ma piuttosto il risultato di autocorrelazioni incrociate positive tra le riserve. Ad esempio, supponiamo che i rendimenti di due titoli A e B sono entrambi in serie incorrelati, ma hanno un'autocorrelazione incrociata positiva. L'assenza di correlazione seriale non implica

alcuna reazione eccessiva (che è caratterizzata da correlazione seriale negativa), ma una positiva autocorrelazione incrociata produce rendimenti attesi positivi nelle strategie di trading controcorrente. L'esistenza di diverse motivazioni economiche per autocorrelazioni incrociate positive che siano coerenti con EMH suggerisce che la redditività delle strategie di trading controcorrenti non siano prove sufficienti per concludere che gli investitori reagiscano in modo eccessivo.

La reazione dei partecipanti al mercato alle informazioni contenute in annunci di utili ha anche implicazioni per l'EMH. In uno dei primi studi del contenuto informativo dei guadagni, è mostrato che fino all'80 per cento delle informazioni contenute negli utili "inattesi" è anticipato dai prezzi di mercato.

Tuttavia, un più recente articolo sostiene che gli investitori a volte sottovalutano le informazioni sui guadagni futuri contenuti in utili correnti. Questo è legato al puzzle "sbandata post-annuncio di utili" inizialmente documentato in precedenza, in cui le informazioni contenute negli annunci degli utili richiederebbero diversi giorni per diventare pienamente confermate nei prezzi di mercato. Anche se tali effetti sono davvero preoccupanti per l'EMH, la loro importanza economica è spesso discutibile: mentre si può violare l'EMH nei mercati senza attriti, molto spesso anche i più piccoli attriti (per esempio, i costi di negoziazione positivi, le tasse) sono in grado di eliminare i profitti da strategie di trading progettato per sfruttarle.

5- Critiche comportamentali

Le critiche più longevi all'EMH ruotano attorno alle preferenze e ai comportamenti dei partecipanti al mercato. L'approccio standard per le preferenze di modellazione è di affermare che gli investitori ottimizzano le funzioni di utilità attese scomponibili in maniera additiva nel tempo da alcuni gruppi parametrici - per esempio, la costante relativa avversione al rischio. Tuttavia, psicologi ed economisti hanno documentato una serie di partenze da questo paradigma, sotto forma di specifiche distorsioni comportamentali che sono onnipresenti nel comportamento di scelta degli individui in condizioni d'incertezza, molte delle quali portano a risultati indesiderabili per il benessere economico di un individuo - per esempio, un eccesso di confidenza, reazione eccessiva, l'avversione alle perdite, il fattore psicologico, errori di valutazione delle

probabilità, e il rammarico. Queste critiche dell'EMH sostengono che gli investitori sono spesso, se non sempre, irrazionali, esibendo un comportamento prevedibile e finanziariamente rovinoso.

Per vedere quanto tali distorsioni comportamentali possono essere diffuse, si consideri il seguente esempio, che è una versione leggermente modificata di un esperimento condotto da due psicologi, Kahneman e Tversky (1979). Supponiamo che siano offerte due opportunità di investimento, A e B: A fa ottenere un profitto sicuro di 240.000 dollari, e B è un biglietto della lotteria che può far vincere un milione di dollari con una probabilità del 25 per cento e zero dollari con probabilità del 75 per cento. Se si dovesse scegliere tra A e B, quale dei due investimenti si sceglierebbe? L'investimento B ha un valore atteso di 250.000 dollari, che è superiore *payoff* di A, ma questo può non voler significare niente, per il fatto che si può ricevere o un milione di dollari oppure nulla. Chiaramente in questo caso non c'è scelta giusta o sbagliata, ma è semplicemente una questione di preferenze personali. Di fronte a questa scelta, la maggior parte dei soggetti preferiscono A, il profitto sicuro, a B, nonostante il fatto che B offre una significativa probabilità di vincere molto di più. Questo comportamento è spesso definito come "avversione al rischio" per ovvie ragioni. Ora supponiamo che si trovano di fronte a un altro esempio in cui si è davanti a due scelte, C e D: C produce una perdita sicura di 750.000 dollari, e D è un biglietto della lotteria che porta ad avere zero dollari con una probabilità del 25 per cento, e una perdita di un milione di dollari con 75 per cento di probabilità. In questo caso quale dei due si preferirebbe? Questa situazione non è così assurda come potrebbe sembrare a prima vista, perché molte decisioni finanziarie sono prese tra il minore dei due mali. In questo caso, la maggior parte dei soggetti scelgono D, nonostante il fatto che D sia più rischioso di C. Di fronte a due scelte che comportano entrambe delle perdite, gli individui sembrano essere "propensi al rischio", e non avversi al rischio, come nel caso di A contro B.

Il fatto che gli individui tendano a essere avversi al rischio a fronte di utili e propensi al rischio di fronte alle perdite può portare ad alcune decisioni finanziarie molto povere. Per capire il perché, si osservi che la combinazione di scelte A e D è equivalente ad un singolo biglietto della lotteria che porta ad avere 240.000 dollari con il 25 per cento di probabilità e -760.000 dollari con il 75 per cento di probabilità, mentre la combinazione di scelte B e C è equivalente ad un singolo biglietto della lotteria che porta ad avere

250.000 dollari con il 25 per cento di probabilità e -750.000 dollari con il 75 per cento di probabilità. La combinazione di B e C ha le stesse probabilità di guadagni e perdite, ma il guadagno è di 10.000 dollari superiore e la perdita è di 10.000 dollari più bassa. In altre parole, B e C è formalmente equivalente a A e D, più un certo profitto di 10.000 dollari. Alla luce di questa analisi, si sceglierebbe ancora A e D?

Una risposta comune a questo esempio è che è artificioso per il fatto che le due coppie di opportunità d'investimento sono state presentate in sequenza, e non contemporaneamente. Tuttavia, in un istituto finanziario globale tipico l'ufficio di Londra può essere per esempio di fronte alle scelte A e B mentre l'ufficio di Hong Kong può essere di fronte alle scelte C e D. A livello locale, può sembrare che non ci sia una risposta giusta o sbagliata - la scelta tra A e B o C e D sembra essere semplicemente una questione di preferenze personali di rischio - ma la dichiarazione finanziaria consolidata a livello globale per l'intera istituzione racconta una storia molto diversa.

Da questo punto di vista ci sono invece una risposta giusta e una sbagliata, e l'evidenza empirica e sperimentale suggerisce che la maggior parte degli individui tendono a selezionare la risposta sbagliata. Pertanto, secondo gli analisti comportamentali, modelli quantitativi di mercati efficienti - che sono basati sulla scelta razionale - sembrano essere anch'essi sbagliati.

6- Lo stato attuale dell'EMH

Avendo considerato tutte le prove teoriche ed empiriche a favore e contro l'EMH, cosa possiamo concludere? Sorprendentemente, non vi è ancora consenso tra gli economisti. Nonostante i molti progressi nelle analisi statistiche, nei database e nei modelli teorici che circondano l'EMH, il principale risultato di tutti questi studi è quello di rafforzare la decisione dei proponenti di ciascuna delle parti del dibattito.

Una delle ragioni è che l'EMH, di per sé, non è un'ipotesi ben definita e confutabile empiricamente. Per renderla operativa, si deve specificare un'ulteriore struttura, ad esempio le preferenze degli investitori o la tipologia delle informazioni. Ma poi una prova dell'EMH diventa una prova di diverse ipotesi ausiliarie pure, e il rifiuto di una tale ipotesi congiunta ci dice poco su quale aspetto dell'ipotesi congiunta non è coerente

con i dati. Sono i prezzi delle azioni troppo volatili perché i mercati non sono efficienti, o è causa dell'avversione al rischio, o è il livellamento dei dividendi? Tutte e tre le inferenze sono coerenti con i dati. Inoltre, i nuovi test statistici volti a differenziare queste inferenze richiederanno senza dubbio ipotesi ausiliarie su di loro che, a loro volta, possono essere messe in discussione.

Ancora più importante, i test dell'EMH non possono essere il mezzo per misurare l'efficienza di un dato mercato. Ciò che è spesso più conseguenza è l'efficienza di un particolare mercato rispetto ad altri mercati - per esempio mercati futures contro mercati spot, aste contro rivendite. I vantaggi del concetto di efficienza relativa, in contrapposizione alla nozione di efficienza assoluta "tutto o niente", sono facili da individuare mediante un'analogia. Sistemi fisici sono danno spesso un giudizio di efficienza in base alla percentuale relativa di energia o di combustibili convertita in lavoro utile. Pertanto, un motore a pistone può essere valutato al 60 per cento di rendimento energetico, che significa che in media è utilizzato il 60 per cento dell'energia contenuta nel carburante del motore per ruotare l'albero motore, con il restante 40 per cento perso ad altre forme di lavoro, quali il calore, la luce o il rumore. Pochi ingegneri avrebbero mai preso in considerazione l'esecuzione di un test statistico per determinare se un dato motore è perfettamente efficiente - un tale motore, esiste solo nel mondo ipotetico in cui non esistano attriti. Ma misurare efficienza relativa, cioè, l'ideale attrito, è una formalità. Infatti, ci si aspetta queste misurazioni per molti prodotti per la casa: condizionatori, scaldabagni, frigoriferi, e così via. Pertanto, da un punto di vista pratico la EMH è una idealizzazione che è economicamente irrealizzabile, ma che serve come punto di riferimento utile per misurare efficienza relativa.

Il desiderio di costruire teorie finanziarie basate su ipotesi più realistiche ha portato a diversi nuovi filoni di letteratura, tra cui approcci psicologici ai comportamenti a rischio, una teoria evolutiva dei giochi, la modellazione dei mercati finanziari basati su agenti, e le applicazioni dirette dei principi della psicologia evolutiva di economia e finanza. Anche se sostanzialmente diverso nei metodi e stile, questi sotto-campi emergenti sono tutti diretti a nuove interpretazioni dell'EMH. In particolare, i modelli psicologici dei mercati finanziari si concentrano sul modo in cui la psicologia umana influenza il processo decisionale economico come spiegazione dell'apparente partenza dalla razionalità. Teoria dei giochi evolutiva studia l'evoluzione e equilibri stazionari

delle popolazioni di strategie concorrenti in ambienti altamente idealizzati. Modelli basati sugli agenti sono pensati per catturare il complesso comportamento di apprendimento e le dinamiche dei mercati finanziari utilizzando i mercati più realistici, strategie e strutture d'informazione. E le applicazioni della psicologia evolutiva forniscono una riconciliazione delle aspettative razionali con i risultati comportamentali che spesso sembrano in contrasto con la razionalità.

Ad esempio, in un modello di mercati finanziari *agent-based*, il mercato è modellato mediante un meccanismo di mercato di non equilibrio, la cui semplicità permette di ottenere risultati analitici, pur mantenendo un certo grado di realismo plausibile. I partecipanti al mercato sono trattati come entità computazionali che impiegano strategie basate su informazioni limitate.

Attraverso le loro azioni (a volte non ottimali) che creano profitti o perdite. Le strategie redditizie accumulano capitale con il passare del tempo, e le strategie non redditizie creano perdite di soldi possono scomparire. Un mercato finanziario può quindi essere visto come un'ecologia co-evolutiva di strategie di trading. La strategia è analoga a una specie biologica, e il capitale totale distribuito da agenti seguendo una determinata strategia è analoga alla popolazione di tale specie. La creazione di nuove strategie può alterare la redditività delle strategie preesistenti, in alcuni casi, sostituendo o portandole all'estinzione.

Sebbene i modelli *agent-based* siano ancora nella loro infanzia, le simulazioni e la teoria relativa hanno già dimostrato la capacità di comprendere molti aspetti dei mercati finanziari.

Diversi studi indicano che, come la frazione di strategie evolve, il mercato tende a diventare più efficiente, ma questo è lontano dalla perfetta efficienza della classica EMH. I prezzi variano nel tempo con le dinamiche interne causate dall'interazione di strategie di trading diverse. I prezzi non riflettono necessariamente "valori effettivi", se consideriamo il mercato come una macchina il cui compito è quello d'impostare correttamente i prezzi, l'inefficienza di questa macchina può essere consistente. Modelli di prezzo tendono a scomparire quando gli agenti evolvono le strategie redditizie per sfruttarle, ma questo avviene solo per un periodo di tempo prolungato, durante il quale i profitti consistenti possono essere accumulati e possono apparire di nuovi modelli.

7- Ipotesi di mercati adattivi

Le differenze metodologiche tra economia tradizionale e comportamentale suggeriscono che un'alternativa al tradizionale approccio deduttivo dell'economia neoclassica può essere necessario per conciliare la EMH con i suoi critici comportamentali. Una direzione particolarmente promettente è quella di vedere i mercati finanziari da un punto di vista biologico e, in particolare, in un quadro evolutivo nel quale i mercati, strumenti, istituzioni e investitori interagiscono e si evolvono dinamicamente in base alla "legge" della selezione economica. Sotto questo punto di vista, agenti finanziari competono e si adattano, ma non necessariamente lo fanno in maniera ottimale.

Questo approccio evolutivo è fortemente influenzato dai recenti progressi nella disciplina emergente di "psicologia evolutiva", che si basa sulla ricerca fondamentale di E.O. Wilson (1975) in applicazione dei principi di concorrenza, la riproduzione e la selezione naturale alle interazioni sociali, dando spiegazioni sorprendentemente convincenti per certi tipi di comportamento umano, come l'altruismo, la correttezza, la selezione di parentela, la lingua, la scelta del partner, la religione, la morale, l'etica e il pensiero astratto. "Sociobiologia" è la rubrica che Wilson ha dato a queste idee potenti, che hanno generato un notevole grado di polemiche nel loro diritto, e gli stessi principi possono essere applicati a contesti economici e finanziari. In tal modo, si conciliano pienamente il EMH con tutte le sue alternative comportamentali, portando ad una nuova sintesi: l'ipotesi di mercati adattivi (d'ora in poi AMH dall'inglese "*Adaptive Market Hypothesis*").

Gli studenti di storia del pensiero economico senza dubbio ricordano che Thomas Malthus usò argomenti biologici - il fatto che le popolazioni aumentano a ritmi geometrici che le risorse naturali aumentino solamente a tassi aritmetici - per arrivare a conseguenze economiche piuttosto terribili, e che entrambi Darwin e Wallace sono stati influenzati da questi argomenti. Inoltre, la visione di Joseph Schumpeter dei cicli economici, degli imprenditori e del capitalismo ha un sapore inconfondibilmente evolutivo, infatti, le nozioni di "distruzione creativa" e "esplosioni" di attività imprenditoriale sono simili nello spirito alla selezione naturale e alla nozione di "equilibrio punteggiato". Più di recente, gli economisti e biologi hanno iniziato ad esplorare queste connessioni in diverse vene: estensioni dirette della sociobiologia all'economia, teoria evolutiva dei giochi, economia evolutiva, e l'economia come un

sistema complesso. E pubblicazioni come il *Journal of Evolutionary Economics* e l'*Electronic Journal of Evolutionary Modeling and Economic Dynamics* ora forniscono un punto di partenza per la ricerca nell'intersezione di economia e biologia.

Concetti evolutivi sono apparsi anche in una serie di contesti finanziari. Per esempio, Luo (1995) esplora le implicazioni della selezione naturale per i mercati dei futures, e Hirshleifer e Luo (2001) considerano le prospettive di lungo periodo di commercianti troppo sicuri di sé in un mercato mobiliare competitivo. La letteratura sulla modellazione *agent-based* in cui le interazioni tra "agenti software" programmati con euristiche semplici sono simulate, si basa fortemente sulle dinamiche evolutive. E almeno due professionisti di spicco hanno proposto alternative darwiniane alla EMH. Chiaramente i tempi sono ormai maturi per un'evoluzione alternativa dell'efficienza del mercato.

A tal fine, nel contesto attuale della EMH abbiamo iniziato con la teoria del singolo consumatore. Contrariamente al postulato neoclassico che gli individui massimizzano l'utilità attesa e hanno aspettative razionali, una prospettiva evuzionistica fa affermazioni molto più modeste, visualizzando gli individui come organismi che sono state affinati, attraverso generazioni di selezione naturale, per massimizzare la sopravvivenza del loro materiale genetico. Mentre un tale approccio riduzionista può degenerare rapidamente in generalizzazioni inutili - per esempio, la biologia molecolare del comportamento economico - tuttavia, ci sono preziose informazioni che si possono ottenere dal più ampio punto di vista biologico. In particolare, questa prospettiva implica che il comportamento non è necessariamente intrinseco ed esogeno, ma evolve dalla selezione naturale e dipende dal particolare ambiente attraverso cui avviene la selezione. Cioè, la selezione naturale funziona non solo su materiale genetico, ma anche su norme sociali e culturali dall'origine dell'uomo, da cui il termine di Wilson "sociobiologia".

Per rendere operativa questa prospettiva in un contesto economico, si prenda in considerazione l'idea di "razionalità limitata" prima abbracciata dall'economista vincitore del premio Nobel Herbert Simon. Simon ha suggerito che gli individui sono difficilmente suscettibili del tipo di ottimizzazione che l'economia neoclassica chiama come teoria standard della scelta del consumatore. Invece, ha sostenuto che, poiché l'ottimizzazione è costosa e gli esseri umani sono naturalmente limitati nella loro

capacità di calcolo, s'impegnano in qualcosa che lui chiamava "appagamento", un'alternativa all'ottimizzazione in cui gli individui fanno scelte che sono solo soddisfacenti, non necessariamente ottimali. In altre parole, gli individui sono limitati nel loro grado di razionalità, che è in netto contrasto con l'ortodossia corrente - aspettative razionali - in cui gli individui hanno la razionalità illimitata (il termine aspettative "iper-razionali" potrebbe essere più rappresentativo). Purtroppo, anche se questa idea è valsa un Premio Nobel per Simon, aveva relativamente poco impatto sulla professione economica. Oltre ai fattori sociologici discussi sopra, il quadro di Simon era comunemente scartato per una critica specifica: che cosa determina il punto in cui un individuo si ferma nell'ottimizzazione e raggiunge una soluzione soddisfacente? Se tale punto è determinato dal consueto calcolo costi-benefici sottostante alla maggior parte dei concetti microeconomici, questo presuppone che la soluzione ottimale sia nota, il che eliminerebbe la necessità di "appagamento". Di conseguenza, l'idea di razionalità limitata cadde lungo la strada, e le aspettative razionali sono diventate l'effettivo standard per descrivere il comportamento economico in condizioni di incertezza.

Una prospettiva evolutiva prevede l'ingrediente mancante nel quadro di Simon. La risposta corretta alla domanda su come gli individui determinino il punto in cui il loro comportamento ottimizzante sia soddisfacente è questo: tali punti non sono determinati analiticamente, ma attraverso tentativi ed errori e, naturalmente, la selezione naturale. Le persone fanno scelte sulla base dell'esperienza passata e la loro "ipotesi migliore" per quello che potrebbe essere ottimale, e imparano ricevendo rinforzo positivo o negativo dai risultati. Se essi non ricevono tale rafforzamento, non imparano. In questo modo, gli individui sviluppano un'euristica per risolvere diverse sfide economiche, e, fintanto che queste sfide restano stabili, l'euristica si adatterà eventualmente per produrre soluzioni quasi ottimali per loro.

Se, invece, l'ambiente cambia, allora non dovrebbe risultare sorprendente che le euristiche del vecchio ambiente non sono necessariamente adatti al nuovo. In questi casi, osserviamo "distorsioni comportamentali" - azioni che sono apparentemente mal consigliate nell'ambito in cui li osserviamo. Ma piuttosto che etichettare tale comportamento come "irrazionale", va riconosciuto che il comportamento ottimale non è improbabile quando prendiamo euristica fuori del loro contesto evolutivo. Un termine più preciso per tale comportamento potrebbe essere "non adattivo". Il movimento di un

pesce sulla terraferma può sembrare strano e improduttivo, ma nell'acqua gli stessi movimenti sono in grado di spingere il pesce lontano dai suoi predatori.

Accoppiando la nozione di Simon della razionalità limitata e dell'appagamento con dinamiche evolutive, molti altri aspetti del comportamento economico possono anche essere derivati. Competizione, cooperazione, comportamenti di market-making, di equilibrio generale, e disequilibrio dinamiche sono tutti gli adattamenti che mirano ad affrontare alcune sfide ambientali per la specie umana, e visualizzandole attraverso la lente della biologia evolutiva possiamo capire meglio le apparenti contraddizioni tra la EMH e la presenza e la persistenza di pregiudizi comportamentali.

In particolare, l'ipotesi di mercati adattativi può essere vista come una nuova versione della EMH, derivata da principi evolutivi. I prezzi riflettono tutte le informazioni come dettato dalla combinazione di condizioni ambientali e il numero e la natura delle "specie" nell'economia o, per usare l'appropriato termine biologico, l'ecologia. Con "specie" s'intendono distinti gruppi di partecipanti al mercato, ognuno dei quali si comporta in maniera comune. Ad esempio, i fondi pensione possono essere considerati una specie; investitori al dettaglio, un altro, market-maker, un terzo, e gestori di *hedge fund*, una quarta. Se più specie sono in competizione per le risorse piuttosto scarse all'interno di un mercato unico, tale mercato è probabile che sia molto efficace - per esempio, il mercato dei 10 anni del Tesoro statunitense Note riflette informazioni più rilevanti molto rapidamente. Se, invece, un piccolo numero di specie sono in competizione per le risorse piuttosto abbondanti in un determinato mercato, tale mercato sarà meno efficiente.

L'efficienza del mercato non può essere valutata da sola, ma è dinamica e fortemente dipendente dal contesto: è capace di adattarsi ad un ambiente sempre mutevole.

Le opportunità di profitto in un dato mercato sono simili alla quantità di cibo e acqua in una particolare ecologia locale - più risorse sono presenti, meno agguerrita è la concorrenza. Con l'aumento della concorrenza, sia a causa della diminuzione delle scorte alimentari, sia per un aumento della popolazione animale, le risorse si esauriscono e questo finisce per provocare, a sua volta, un calo della popolazione, facendo diminuire il livello di concorrenza e ricominciare il ciclo. In alcuni casi, i cicli convergono soluzioni ad angolo, cioè, alcune specie si estinguono, fonti di cibo sono esaurite in modo permanente, o le condizioni ambientali cambiano drammaticamente.

Tramite la visione di profitti economici come fonte di cibo ultima su cui i partecipanti al mercato dipendono per la loro sopravvivenza, le dinamiche delle interazioni di mercato e l'innovazione finanziaria possono essere facilmente derivate.

Sotto la EMH, pregiudizi comportamentali abbondano. Le origini di tali pregiudizi sono euristiche che si adattano ad ambiti non finanziari, e il loro impatto è determinato dalla dimensione della popolazione a tali pregiudizi riguardo alle dimensioni delle popolazioni in competizione con euristiche più efficaci.

Durante l'autunno del 1998, il desiderio di liquidità e la sicurezza da una certa popolazione d'investitori travolsero la frazione degli hedge fund che cercava l'arbitraggio di tali preferenze. Tuttavia, negli anni precedenti all'Agosto 1998 i traders a reddito fisso e valore relativo si sono accaparrati profitti profumatamente da queste attività, presumibilmente a scapito delle persone con preferenze apparentemente "irrazionali". Pertanto, sotto l'EMH, strategie d'investimento subiscono cicli di redditività e di perdita in risposta alle mutevoli condizioni di business, il numero di concorrenti che entrano ed escono l'industria, il tipo e la grandezza delle opportunità di profitto disponibili. Come le opportunità cambiano, così anche faranno le popolazioni colpite. Ad esempio, dopo il 1998 il numero di hedge fund a reddito fisso e valore relativo è diminuito drasticamente a causa di errori veri e propri, riscatti degli investitori, e un minor numero di start up in questo settore, ma molti sono riapparsi negli ultimi anni nel momento in cui le prestazioni per questo tipo d'investimento strategia sono migliorate.

Anche la paura e l'avidità, le due più comuni cause nella caduta del comportamento razionale secondo la maggior parte degli analisti del comportamento, sono il prodotto di forze evolutive, caratteri adattativi che aumentano la probabilità di sopravvivenza. Recenti ricerche in neuroscienze cognitive e in economia ora si fondono nella disciplina nota come "neuroeconomia", e suggeriscono un importante collegamento tra razionalità nel processo decisionale ed emozione, il che implica che i due non sono antitetici ma in realtà complementari. Ad esempio, contrariamente alla credenza comune che le emozioni non influenzano nei processi decisionali finanziari razionali, Lo e Repin (2002) presentano un'evidenza preliminare secondo cui le variabili fisiologiche associate con il sistema nervoso autonomo sono altamente correlate con eventi di mercato anche per operatori con grande esperienza professionale. Essi sostengono che

le risposte emotive sono un fattore significativo nell'elaborazione in tempo reale dei rischi finanziari, e che una componente importante delle abilità di un trader professionista sta nella sua capacità di incanalare l'emozione, consciamente o inconsciamente, in modi specifici in determinate condizioni di mercato.

Questo argomento sorprende spesso gli economisti a causa del legame tra emozione e distorsioni comportamentali, ma una visione più sofisticata del ruolo delle emozioni nella cognizione umana mostra che essi sono al centro di razionalità. Da un punto di vista evolutivo, l'emozione è un potente adattamento che migliora notevolmente l'efficienza con cui gli animali imparano dal loro ambiente e il loro passato. Queste basi evolutive sono più di semplici speculazioni nel contesto di partecipanti ai mercati finanziari. Lo straordinario livello di competitività dei mercati finanziari globali e le ricompense fuori misura che maturano i commercianti più forti suggeriscono che la selezione darwiniana - "sopravvivenza del più forte", per la precisione - lavora per determinare il profilo tipico del trader di successo. Dopo tutto, commercianti falliti sono infine eliminati dalla popolazione dopo aver subito un certo livello di perdite.

Il nuovo paradigma dell'AMH è ancora in fase di sviluppo, e certamente richiede molta più ricerca per renderlo "operativamente significativa" nel senso di Samuelson. Tuttavia, anche in questa fase iniziale, è chiaro che un quadro evolutivo è in grado di conciliare molte delle apparenti contraddizioni tra mercati efficienti ed eccezioni comportamentali. Il primo può essere visto come il limite stazionario di una popolazione con condizioni ambientali costanti, e quest'ultimo comporta specifici adattamenti di alcuni gruppi che possono o non possono persistere, secondo i particolari percorsi evolutivi che l'economia sperimenta. Implicazioni più specifiche possono essere ricavati attraverso una combinazione d'inferenza deduttiva e induttiva - per esempio, l'analisi teorica delle dinamiche evolutive, l'analisi empirica delle forze evolutive dei mercati finanziari e l'analisi sperimentale del processo decisionale a livello individuale e di gruppo.

Per esempio, una conseguenza è che, nella misura in cui il rapporto tra rischio e rendimento esiste, è improbabile che sia stabile nel tempo. Tale relazione è determinata dalle dimensioni relative e le preferenze delle varie popolazioni in ecologia di mercato, nonché gli aspetti istituzionali come il contesto normativo e le leggi fiscali. Poiché questi fattori cambiano nel corso del tempo, è probabile non sia toccato alcun rapporto

rischio-ricompensa. Un corollario di questa implicazione è che il premio per il rischio azionario è anche variante nel tempo e dipende dal percorso tracciato. Quest'idea non è così rivoluzionaria come potrebbe apparire inizialmente: anche in un modello di equilibrio ad aspettative razionali, se le preferenze di rischio cambiano nel tempo porteranno ad una variazione anche del premio per il rischio azionario. L'intuizione aggiuntiva dell'AMH è che le preferenze dei rischi globali non sono costantemente immutabili, ma sono modellate dalle forze di selezione naturale. Ad esempio, fino a poco tempo fa i mercati statunitensi erano popolati da un gruppo rilevante d'investitori che non aveva mai vissuto un vero e proprio mercato ribassista - questo fatto ha indubbiamente cambiato le preferenze di rischio aggregato dell'economia degli Stati Uniti, così come l'esperienza nel momento dello scoppio della bolla tecnologica nei primi anni del 2000 ha colpito le preferenze di rischio degli investitori. In questo contesto, la selezione naturale determina chi partecipa alle interazioni di mercato: gli investitori che hanno sperimentato perdite importanti nella bolla tecnologica è più probabile che siano usciti dal mercato, lasciando una popolazione di investitori nettamente diversa.

Attraverso le forze della selezione naturale, la storia conta. Indipendentemente dal fatto che i prezzi riflettano appieno tutte le informazioni disponibili, il percorso particolare che i prezzi di mercato hanno assunto negli ultimi anni influenza le attuali preferenze di rischio aggregato. Tra le tre componenti fondamentali di qualsiasi equilibrio di mercato - i prezzi, le probabilità e le preferenze - le preferenze sono chiaramente l'elemento più fondamentale e meno compreso. Diversi grandi organismi di ricerca si sono sviluppati intorno a questi temi, in economia e finanza, psicologia, ricerca operativa (chiamate anche "scienze decisionali") e, più recentemente, la mente e le scienze cognitive, e molte nuove intuizioni sono in grado di sintetizzare questi diversi filoni di ricerca in una comprensione più completa di come gli individui prendano le decisioni. I contributi fondamentali di Simon (1982) a questa letteratura sono ancora straordinariamente attuali e le loro implicazioni devono ancora essere pienamente esplorate.

Molte altre potenziali scoperte e molti approfondimenti pratici possono essere derivati tramite lo spostamento del nostro modo di pensare in economia finanziaria dalla fisica alle scienze biologiche. Anche se le idee evolutive non sono ancora parte della finanza

tradizionale, la speranza è che essi diventeranno più comuni come dimostrano il loro valore: anche le idee sono soggette al fenomeno della sopravvivenza del più forte.

Alla luce della sociologia della controversa EMH (v., ad esempio, Lo, 2004), il dibattito è destinato a proseguire. Tuttavia, nonostante la mancanza di consenso nel mondo accademico e l'industria, il dialogo in corso ci ha dato molte nuove intuizioni nella struttura economica dei mercati finanziari.

Terminando con una citazione di Andrew Lo: “Se, come Paul Samuelson ha suggerito, ‘l’economia finanziaria è il gioiello nella corona delle scienze sociali’, allora l’ipotesi dell’efficienza dei mercati deve rappresentare la metà le sfaccettature.”

Terzo Capitolo

MODELLO REGIME SWITCHING

1- Presentazione

Come accennato nell'introduzione, il modello *Markov switching regime* (che d'ora in poi verrà chiamato modello a cambiamento di regime) implica più strutture che possono caratterizzare il comportamento delle serie temporali in diversi regimi, e permettendo il passaggio tra queste diverse strutture è capace anche di catturare schemi dinamici più complessi.

In particolare, la proprietà markoviana che regola il corrente valore della variabile di stato dipende dal valore immediatamente passato. In quanto tale, una struttura può predominare un periodo di tempo casuale, e potrà essere rimpiazzata da un'altra struttura nel momento in cui avviene il cambiamento di stato.

Come ci spiega Kuan (2002) in "*Lecture on the Markov switching model*" questo modello è in netto contrasto con il modello random switching di Quandt, proposto nel 1972, in cui i cambiamenti erano indipendenti nel tempo. Il modello a cambiamento di Markov si differenzia anche per i modelli di cambiamento strutturali: mentre il primo consente frequenti cambiamenti in periodi casuali, il secondo concede una sola occasione e cambiamenti esogeni. Il modello proposto da Hamilton è quindi idoneo a descrivere dati correlati che mostrano modelli dinamici distinti lungo periodi diversi. Esso inoltre ipotizza che i rendimenti siano caratterizzati da una mistura di distribuzioni Normali con varianza diversa. I pesi di questa varianza sono determinati da un processo casuale e pertanto si parlerà di un modello di valutazione a volatilità stocastica.

Il modello a cambiamento di regime a volte può incontrare la tendenza dei mercati finanziari o a volte può cambiare il suo comportamento improvvisamente, e il fenomeno

che ha portato a un nuovo comportamento delle variabili finanziarie a volte persiste per diversi periodi dopo tale cambiamento. I regimi identificati dal modello a cambiamento di regime sono identificati da una procedura econometrica, ma si può osservare che molto spesso incrociano intuitivamente diversi periodi corrispondenti a cambiamenti di norme, regolamenti, politiche o altri cambiamenti nell'economia.

In questo capitolo saranno presentati alcuni concetti fondamentali per l'analisi effettuata.

2- Introduzione al modello MS-VAR

Si supponga che y_t sia un vettore che segue un modello a cambiamento di regime di Markov di ordine k :

$$y_t = \mu_{S_t} + \Sigma_{S_t} \varepsilon_t \quad (1)$$

$\varepsilon_t \sim NID(0, I_N)$. $S_t = 1, 2, \dots, k$ è una variabile di stato che guida tutte le matrici dei parametri nell'equazione 1. μ_{S_t} è un vettore di ordine $(N * 1)$ che contiene tutte le N intercette; Σ_{S_t} di ordine $(N * N)$ rappresenta la variabile di stato S_t in un fattorizzazione di Choleski della matrice di covarianze, $\Omega_{S_t} = \Sigma_{S_t} \Sigma'_{S_t}$.

È tipico assumere che ci sia assenza di radici unitarie al di fuori del cerchio unitario, e quindi si assume che il processo sia stazionario.

Quando $k > 1$, sono possibili stati alternativi inosservabili, che influenzeranno sia la media condizionale che la struttura caratterizzante la volatilità. Questi stati inosservabili sono generati da una catena di Markov di primo ordine ergodica, discreta ed irriducibile:

$$\Pr(S_t = j | \{S_t\}_{j=1}^{t-1}, \{y_j\}_{j=1}^{t-1}) = \Pr(S_t = j | S_{t-1} = i, \mathcal{F}_t) = p_{ij,t}$$

dove $p_{ij,t}$ è il $[i, j]$ -esimo elemento generico della matrice di transizione P_t di ordine $k * k$.

Ponendo un $k = 2$ avremo una matrice di transizione di questo tipo:

$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} \\ p_{2,1} & p_{2,2} \end{bmatrix}$$

Quando P_t è costante nel tempo si parla di catena di Markov omogenea. L'ergodicità implica l'esistenza di un vettore stazionario di probabilità $\bar{\xi}_i$ che soddisfa $\bar{\xi}_i = P' \bar{\xi}_i$. L'irriducibilità implica che $\bar{\xi}_i$ sia maggiore di zero, significando che tutti gli stati non osservabili sono possibili. In pratica P è sconosciuta e finché $\bar{\xi}_i$ può essere al massimo stimata una volta avuta conoscenza di P tramite il set di informazioni $\mathcal{F}_t = \{y_j\}_{j=1}^t$.

I modelli a cambiamento di regime sono noti per catturare le caratteristiche centrali dei rendimenti azionari, ad esempio, differenze in medie condizionali di tutti i regimi dei più alti momenti, come la varianza, l'asimmetria e la curtosi. In particolare, la varianza non è semplicemente la media delle varianze tra i due regimi: anche la differenza nella media impartisce un effetto perché lo switch verso un nuovo regime contribuisce alla volatilità; questa differenza nelle medie dei regimi genera anche un'asimmetria non nulla. La differenza tra le medie gioca un ruolo importante nel generare autocorrelazione nei primi momenti: senza tali differenze l'autocorrelazione sarebbe pari a zero. Di contro la persistenza della volatilità può essere introdotta sia dalle differenze nella media sia dalle differenze nella varianza tra i regimi.

Tranne qualche eccezione, l'equazione 1 rappresenta il modello più utilizzato in finanza tra i vari modelli presenti riguardo al cambiamento di regime di Markov, come afferma Guidolin (2012).

3- Stima e Inferenza

Il primo passo verso la stima e la predizione del modello a cambiamento di regime presentato è quello di porlo in forma di spazio di stato. Si raccolgono pertanto le informazioni riguardo le realizzazioni al tempo t della catena di Markov in un vettore casuale $\xi_t = [I(S_t = 1) \ I(S_t = 2)]'$, dove $I(S_t = k)$ è una variabile indicatrice standard. In pratica le realizzazioni campionarie di ξ_t consisteranno sempre in vettori e_k caratterizzati da un 1 nella posizione di k -esima e da 0 nelle altre posizioni, assumendo $I(S_t = k) = 1$. Una proprietà importante è quindi $E[\xi_t | \xi_{t-1}] = P' \xi_{t-1}$ (per approfondimenti si veda Hamilton, 1994).

Sfruttando questa proprietà, la forma di stati di spazio è composta da due equazioni:

$$y_t = Y_t \Psi (\xi_t \otimes \iota_N) + \Sigma^* (\xi_t \otimes I_N) \varepsilon_t \quad \text{equazione di misurazione} \quad (2)$$

$$\xi_{t+1} = P' \xi_t + u_{t+1} \quad \text{equazione di transizione} \quad (3)$$

dove Y_t è un vettore di variabili $(N * 1)$ predeterminate con struttura $[1 \ y'_t \dots y'_{t-p}] \otimes \iota_N$, Ψ è una matrice di ordine $(1 * Nk)$ che contiene i parametri dell'autoregressione vettoriale

$$\Psi = [\mu'_1 \quad \dots \quad \mu'_k]$$

Σ^* è una matrice $(N * Nk)$, che contiene tutti i possibili fattori k $[\Sigma_1 \ \Sigma_2 \ \Sigma_k]$ tali che per ogni t , $\Sigma^* (\xi_t \otimes I_N) (\xi_t \otimes I_N)' (\Sigma^*)' = \Omega_{S_t}$, che si chiama matrice di covarianza di regime S_t delle innovazioni ε_t . Inoltre $\varepsilon_t \sim NID(0, I_N)$ e nell'equazione di transizione u_{t+1} è un vettore di differenze discrete a media zero con sequenza di martingala.

Inoltre, gli elementi di u_{t+1} sono incorrelati con ε_{t+1} così come ξ_{t-j} , ε_{t-j} , y_{t-j} , e Y_{t-j} per ogni $j \geq 0$. Per rendere operativa il sistema con equazione di misurazione ed equazione di transizione presentate precedentemente nelle equazioni 2 e 3, si assume che il processo dell'equazione 1 parta con un disegno casuale dalla distribuzione di probabilità incondizionata definita dal vettore $\bar{\xi}$. Il modello dinamico di spazio di stato non è né lineare né Gaussiano, per il motivo che le innovazioni che muovono l'equazione di transizione sono una mistura di Normali. Come già osservato, la media condizionale è ora governata da una catena di Markov di primo ordine, e le informazioni sulle realizzazioni sono raccolte in un vettore casuale di ordine $k * 1$, e poiché nel caso analizzato si è scelto $k = 2$, il vettore risulta essere il seguente:

$$\xi_t = \begin{bmatrix} I(S_t = 1) \\ I(S_t = 2) \end{bmatrix}$$

in modo che $E[\xi_t | \xi_{t-1}] = P' \xi_{t-1}$ dove P è la matrice di transizione di ordine $k * k$ per l'insieme di regimi trasformati.

I modelli a cambiamento di regime di Markov sono stimati tramite la massimizzazione della funzione di verosimiglianza. Stima e inferenza sono solitamente basati sull'algoritmo EM, un filtro che concede un calcolo iterativo di una previsione ad un passo avanti di $\xi_{t+1|t}$ una volta avute le informazioni sul set di \mathcal{F}_t e la conseguente costruzione della funzione di massima verosimiglianza.

Per quanto riguarda alla stima della funzione di massima verosimiglianza si fa riferimento ai testi di Hamilton (1994) e di Krolzig (1997).

La sigla EM prende il nome dalla procedura iterativa che lo caratterizza, la quale è articolata in due fasi, ovvero *Expectation* (prima fase) e *Maximization* (seconda fase).

Nella prima fase, gli stati inosservati ξ_t sono stimati tramite le loro probabilità $\hat{\xi}_{t|T}$ (*smoothed*). Le probabilità condizionate $\Pr(\xi|Y, \lambda^{(j-1)})$ sono calcolate usando il vettore di parametri stimato $\lambda^{(j-1)}$ dell'ultimo passo di massimizzazione al posto del vero vettore di parametri sconosciuto λ .

Nella seconda fase una stima di λ è derivata come soluzione $\tilde{\lambda}$ della condizione del primo ordine, e dove le probabilità condizionate del regime $\Pr(\xi_t|Y, \lambda)$ sono rimpiazzate dalle probabilità smoothed $\hat{\xi}_{t|T}(\lambda^{(j-1)})$ dell'ultimo passo della fase di previsione. In questo modo, la fonte dominante di non linearità della condizione del primo ordine è eliminata.

Il calcolo mostra come la funzione di verosimiglianza aumenti con l'aumentare del numero di iterazioni j . La funzione di verosimiglianza aumenta passo-passo e raggiunge un massimo in corrispondenza della convergenza.

4- Modelli nested analizzati

Nell'analisi effettuata verrà analizzato un livello di aggregazione a cinque categorie (pertanto $N = 5$), e il modello a cambiamento di regime verrà poi limitato in modo da ottenere dei modelli *nested* (modelli in cui uno è un "caso particolare" dell'altro), tramite l'imposizione di vincoli sul cambiamento di regime alla varianza, alla covarianza, o a entrambe.

Definendo con "switch" la possibilità di cambiamento di stato e con "non switch" il vincolo di non cambiamento di stato ne sono risultati quattro modelli:

- 1- switch in varianza e switch in covarianza;
- 2- switch in varianza e non switch in covarianza;
- 3- non switch in varianza e switch in covarianza;
- 4- non switch in varianza e non switch in covarianza.

In tutti e quattro i casi ottenuti, a seconda dello stato 1 o dello stato 2 si avranno diversi valori per μ_{S_t} mentre, a causa delle restrizioni imposte, si avranno diverse matrici di varianze e covarianze Σ .

Primo modello

Nel primo modello si avranno $(N * N)$ valori nello stato 1 e $(N * N)$ valori diversi nello stato 2, per il fatto che non imponendo alcun vincolo le varianze e le covarianze sono libere di cambiare. Si può dire che il modello in questo caso non abbia vincoli e che le variabili che cambiano siano 25. Non essendoci vincoli alla struttura della matrice di varianze e covarianze si può indicare che:

$$\Sigma_1 \neq \Sigma_2$$

Nella seguente tabella, come nelle successive, il colore verde indicherà la possibilità di cambiamento, mentre il colore rosso indicherà l'impossibilità di cambiamento, nonché il vincolo imposto.

Secondo modello

Nel secondo modello si è imposto il vincolo per cui le covarianze non debbano cambiare tra lo stato 1 e lo stato 2, pertanto si otterranno due matrici in cui gli unici elementi diversi saranno le varianze. Si avranno perciò solo 5 valori diversi tra la matrice del primo e del secondo stato, per il fatto che i vincoli sono 20, ovvero $(N * N) - [(N * N) - N]$. A livello generale, il vincolo imposto per ottenere questo modello è il seguente:

$$\text{Cov}_1(x_i, x_j) = \text{Cov}_2(x_i, x_j)$$

con i che indica la categoria riga e j la categoria colonna.

Terzo modello

Nel terzo modello si è imposto il vincolo per cui a cambiare sono esclusivamente le covarianze, e quindi le matrici di varianze e covarianze dei due diversi stati avranno le varianze uguali tra loro. Avendo soltanto $N = 5$ vincoli, ci saranno 20 valori differenti tra le due matrici, appunto $(N * N) - N$. A livello generale, il vincolo utilizzato per ottenere tale modello è il seguente:

$$\text{Var}_1(x_i) = \text{Var}_2(x_i)$$

Quarto modello

Nel quarto ed ultimo modello si è imposto il vincolo per cui a cambiare non siano né le varianze né le covarianze, pertanto le matrici dei due stati saranno identiche tra loro, essendo i vincoli pari al numero di variabili, appunto 25 ($N * N$).

Questo modello limita totalmente la matrice di varianze e covarianze, pertanto il vincolo utilizzato per ottenere tale modello è il seguente:

$$\Sigma_1 = \Sigma_2$$

5- Test sul rapporto di verosimiglianza

Come procedura di specificazione del nostro modello si è scelta la procedura del test del rapporto di verosimiglianza (d'ora in poi indicato LR, da *Likelihood Ratio Test*), in cui si mettono a confronto i modelli *nested*.

La procedura del test LR può essere basata sulla seguente statistica:

$$LR = 2 \left(\ln L(\tilde{\lambda}) - \ln L(\tilde{\lambda}_r) \right) \quad (4)$$

dove $\tilde{\lambda}$ rappresenta lo stimatore di massima verosimiglianza del modello non vincolato, e $\tilde{\lambda}_r$ rappresenta lo stimatore di massima verosimiglianza vincolato, sotto l'ipotesi nulla $H_0: \phi(\lambda) = 0$. Qui, $\phi: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^r$ è una funzione continua differenziabile con rango r , $r = \text{rango} \left(\frac{\delta \phi(\lambda)}{\delta \lambda'} \right) \leq n$. Sotto l'ipotesi nulla, LR ha una distribuzione asintotica χ^2 con r gradi di libertà.

$$LR \xrightarrow{d} \chi^2(r).$$

Per i test che saranno svolti, pertanto l'ipotesi nulla verrà rifiutata nel momento in cui i risultati del test non siano significativamente diversi da 0. Va ricordato che i valori assumeranno valori ≥ 0 dal momento che la massimizzazione di una funzione sotto un vincolo non consente di raggiungere un massimo più elevato di quello raggiunto con la massimizzazione non vincolata.

Quarto Capitolo

IL CASO ANALIZZATO:

MERCATO AZIONARIO STATUNITENSE

1- Presentazione

Per l'analisi eseguita si è scelto di analizzare il caso del mercato azionario statunitense, per il periodo di riferimento che va da inizio 1926 e arriva fino a fine 2012, per un totale di 87 anni. Il database utilizzato è quello del Center of Research in Security Prices (CRSP), noto fornitore di dati storici del mercato azionario per quanto riguarda gli Stati Uniti d'America.

Il CRSP è stato fondato nel 1960 da J. H. Lorie (professore di finanza e direttore delle ricerche) e da L. Fisher (professore assistente di finanza), entrambi dell'università di Chicago. Gli obiettivi di questo strumento erano di fornire una fonte di dati accurata e dettagliata per rispondere alle varie questioni inerenti al comportamento del mercato.

Il primo sforzo del centro di ricerca fu di creare un database che avesse i prezzi delle azioni con cadenza mensile, provenienti dal NYSE per tutti le azioni dal 1926 al 1962: furono inclusi pure i dividendi, le azioni emesse, le variazioni di capitale, ed informazioni quali eventuali esclusioni dalle negoziazioni. L'unione di tutti questi dati ha reso possibile il primo studio globale dei rendimenti sulle azioni ordinarie.

Da allora il database è stato tenuto aggiornato fino ad oggi, ed inoltre è stato ampliato con i dati giornalieri dal 1926.

Le osservazioni sono state scelte con cadenza giornaliera, e riguardano i rendimenti delle imprese appartenenti ai più importanti indici azionari americani, quali il New York Stock Exchange (NYSE), l'American Express (AMEX), e il NASDAQ.

I dati utilizzati per la nostra analisi sono dati *value-weighted*, ovvero ponderati per il loro valore di capitalizzazione in borsa, come del resto avviene per la maggior parte degli indici azionari mondiali. A differenza degli *equally-weighted* e dei *price-weighted* sono dei dati in cui gli indici sono aggiustati e rettificati a seguito di operazioni societarie, e quindi ogni variazione è registrata, e quindi permettono un'analisi il più uniforme possibile.

Bisogna ricordare che i dati utilizzati nel periodo preso in considerazione vanno differenziati a seconda che si parli della parte precedente al 1962 o a quella successiva, per il fatto che nella parte precedente i dati si riferiscono esclusivamente alle quotazioni del NYSE, mentre nella parte successiva i dati prendono in considerazione anche l'AMEX e il NASDAQ (quest'ultimo a partire dal 1972).

Ad oggi sono oltre 500 i clienti tra ricercatori accademici e professionisti d'investimento che utilizzano questo database.

Secondo la tipologia di dato da utilizzare il CRSP reindirizza la ricerca ad altri database, come ad esempio database di altre università o di altri istituti di ricerca.

I dati utilizzati sono stati scaricati dalla piattaforma della Tuck School of Business at Dartmouth: piattaforma curata da Kenneth French, il quale oltre a essere professore della Tuck School of Business at Dartmouth, è anche famoso per aver studiato la teoria dei mercati efficienti assieme al neo premio Nobel Eugene Fama.

Guidolin, nel documento "Markov switching models in empirical finance" (2012) raccoglie molteplici fonti di diversi autori e osserva come per la maggior parte dei documenti siano utilizzati dati con frequenza mensile ('circa il 60 per cento'), ma afferma che una consistente parte del corpo di ricerca ha utilizzato il modello a cambiamento di regime con dati giornalieri. Egli afferma inoltre che è difficile raffinare le percentuali dei documenti che utilizzano frequenze giornaliere e le percentuali dei documenti che utilizzano frequenze mensili, e afferma che il modello a cambiamento di regime sia uno strumento che lavori bene su tutte le possibili frequenze, includendo quelle trimestrali, anche se queste sono le meno utilizzate nell'economia finanziaria.

Non essendoci grosse differenze per l'analisi si è scelto di avere un grado di precisione maggiore e si è pertanto utilizzata la frequenza giornaliera, a discapito della grossa quantità di dati utilizzata.

Grafici e tabelle presenti in questo capitolo sono stati realizzati con Excel, ma i risultati si sono ottenuti mediante un'analisi svolta con Matlab: i codici utilizzati sono presenti in appendice, in modo tale che sia possibile un eventuale riscontro.

2- Caso multivariato - aggregazione a 5 categorie

Nell'analisi effettuata ci si è serviti del database di French, il quale rielabora i dati presenti nel CRSP e li aggrega a diversi livelli: ci si è soffermati sull'aggregazione a cinque categorie. Come spiegato nell'introduzione il periodo di riferimento va dal 1926 al 2012, e le osservazioni sono giornaliere, pertanto per gli 87 anni in esame si avranno 23030 osservazioni.

L'aggregazione proposta da French suddivide i rendimenti per le seguenti 5 categorie:

1. Consumer;
2. Manufacturing;
3. HiTec;
4. Health;
5. Other.

Nell'aggregare in categorie French ha riportato poi i "siccodes", ovvero i codici di classificazione standard del settore (da Standard Industrial Classification codes) in modo tale che fosse possibile comprendere la metodologia di aggregazione applicata. Per non dilungare l'analisi nell'elencare ogni singolo codice si riassumerà qui in seguito il contenuto di ogni categoria per illustrare la composizione dell'aggregazione. Una tabella contenente l'elenco delle voci con i relativi siccodes verrà presentata in appendice, per una descrizione più rigorosa e dettagliata.

Consumer

Nella prima categoria, ovvero quella dei consumi, sono presenti i rendimenti per le categorie di prodotti quali beni di consumo durevole, beni di consumo non durevole,

vendita all'ingrosso, vendita al dettaglio, e alcuni servizi come lavanderie, officine di riparazioni.

Per fare degli esempi, nella sottocategoria dei beni di consumo durevole sono presenti elettrodomestici, mobili per la casa, argenteria, gioielli, moto, auto, biciclette, roulotte e camper. In quella dei beni di consumo non durevole sono presenti prodotti alimentari, bevande, frutta e verdura, tabacco, sigarette, libri e riviste, attrezzature sportive, materiali da disegno, penne, giochi e bambole, biglietti di auguri. Nella sottocategoria della vendita all'ingrosso troviamo la vendita all'ingrosso di beni durevoli come prodotti alimentari, birra, alcool, attrezzature e parti di ricambio per auto e moto, vendita di computer (hardware e software), carta e prodotti cartacei, materiali come legnami, ferro, vendita all'ingrosso di medicinali e attrezzature ospedaliere, carburante e prodotti derivanti dal petrolio. In quella riguardante la vendita al dettaglio sono presenti prodotti da giardinaggio, ristoranti e bar, negozi di vario genere, dal concessionario, alla stazione di benzina, al negozio di abbigliamento, al negozio di alimenti, negozi di elettrodomestici, al negozio di computer, alle gioielleria.

Nell'ultima sottocategoria sono presenti alcuni servizi quali servizi personali, servizi di riparazione e altri servizi come la lavanderia.

Manufacturing

Nella seconda, ovvero quella della produzione, sono presenti le categorie come appunto il settore della produzione, quello dell'energia e quello dei programmi di servizio pubblico.

Per fare degli esempi delle sottocategorie anche per questo caso, partendo da quella del settore della produzione, sono presenti mobili per l'ufficio, prodotti cartacei, e scatole di cartone, prodotti chimici, stampe commerciali e pubblicitarie, prodotti chimici per l'agricoltura e per l'industria, cavi, fonderie, prefabbricati, cemento, apparecchiature elettriche, camion e rimorchi. Si trovano inoltre saponi, detersivi, prodotti igienici, vernici, profumi, pneumatici e camere d'aria, prodotti plastici di vario genere, prodotti in vetro, bottiglie e piatti e stoviglie, apparecchi acustici, orologi.

Nel settore energetico sono presenti elettricità, gas, il petrolio, carbone e lignite.

Nel servizio pubblico si trovano il servizio raffinazione del petrolio, le condutture per gas, impianto idrico ed elettrico, asfaltatura e copertura del manto stradale, il servizio ferroviario, quello marittimo e quello aereo.

HiTec

La terza, riguardante il settore delle tecnologie avanzate, sono presenti apparecchiature per l'azienda, il settore della telefonia e quello delle trasmissioni televisive.

Nel settore delle apparecchiature per l'azienda sono compresi i terminali per computer, apparecchi di archiviazione, apparecchiature per la telecomunicazione, calcolatori, macchine per l'ufficio, controlli industriali.

Per quanto riguarda il settore della telefonia e delle trasmissioni televisive sono racchiusi gli apparati telefonici, le radio e i programmi tv, accessori elettronici, strumenti di registrazione, software di registrazione, comunicazioni radiotelefoniche, stazioni di trasmissione, servizi di comunicazione, servizi di recupero delle informazioni, servizi di assistenza ai computer, laboratori di ricerca e sviluppo e servizi di programmazione.

Health

Nella quarta, riguardante la sanità, sono riuniti l'assistenza sanitaria, le apparecchiature mediche, e i farmaci.

In questa categoria si trovano i medicinali, i prodotti botanici, le preparazioni farmaceutiche, gli strumenti medici e chirurgici, i microscopi e i prodotti per l'analisi in laboratorio, le apparecchiature per i raggi X, i prodotti oftalmici, i servizi sanitari, i servizi di allattamento, i servizi d'igiene personale, i servizi ospedalieri, le visite mediche.

Other

La quinta ed ultima contiene tutte le altre categorie non specificate precedentemente, quindi si trovano categorie di vario tipo, come le miniere, le costruzioni, il mantenimento e la pulizia degli edifici, i trasporti, gli hotel, i servizi di trasporto pubblico, i servizi di intrattenimento, e il settore finanziario.

Nel settore delle miniere ci sono prodotti come servizi di estrazione di carbone, prodotti di pietra, argilla, vetro e calcestruzzo, estrazione di metallo, alluminio, estrazione di lignite ed antracite, equipaggiamento per il trasporto, estrazione e cave di minerali non metallici (eccetto i petroli), minerali d'oro, inchiostro da stampa, alcali e cloro, colori, vernici e lacche, smalti e prodotti affini.

Per il settore delle costruzioni si fa riferimento a prodotti come attrezzature e macchinari edili, noleggio e leasing di attrezzature pesanti, costruzioni, scavi e gestione dei materiali, cantieri di sabbia e ghiaia, strutture di appaltatori speciali, forgiature di ferro e di acciaio, macchinari ed equipaggiamenti per l'estrazione.

Nel settore dei trasporti si trovano il servizio di trasporto via aereo, i trasporti di pubblica utilità, i servizi di trasporto non classificati in altre categorie e i mezzi di trasporto.

Nel settore degli hotel sono riuniti i servizi di consulenza della gestione, gli hotel e gli ostelli, l'organizzazione degli hotel e dell'alloggiamento di case, gli edifici residenziali.

Nel settore dei servizi di trasporto pubblico sono presenti trasporti interurbani e rurali, servizi di noleggio autobus (eccetto i locali).

Nel settore dell'intrattenimento sono racchiusi servizi di svago e divertimento, bande, orchestre, attori e altri intrattenitori e/o gruppi d'intrattenimento, servizi utili alla produzione di video, equipaggiamento domestico audio e video.

Infine nel settore della finanza sono riuniti tutti i servizi di consulenza gestionale, finanziaria, le assicurazioni e il mercato degli immobili, le cooperative di credito federali, le cooperative di credito non federali, le finanze pubbliche, le tasse e la politica monetaria, i college, le università e le scuole professionali, i rami e le agenzie di banche straniere, i vari istituti di credito.

3- Risultati ottenuti

Dopo aver elencato il contenuto di ciascuna categoria si procede ora con la presentazione dei risultati ottenuti nell'analisi: sono riportati qui in seguito i risultati dei test del rapporto di verosimiglianza, i risultati dell'analisi delle probabilità di cambiamento di regime, i risultati dell'analisi della significatività delle categorie.

I. Accuratezza della specificazione del modello

Come spiegato nel precedente capitolo, si sono svolti i test di specificazione del modello, procedendo con l'analisi dei modelli *nested* in cui si è svolto per la precisione il test del rapporto di verosimiglianza.

Nel momento in cui si vanno ad analizzare i modelli *nested* si devono analizzare i modelli che siano direttamente paragonabili, pertanto ora verranno riportati i risultati dei cinque test effettuati.

Primo test

In questo test i due modelli messi a confronto sono il modello che ha la possibilità di switch in varianza e switch in covarianza per quanto riguarda il modello non ristretto, e il modello che ha lo switch in varianza ma non quello in covarianza per quanto riguarda quello ristretto. Il numero di restrizioni pertanto è 20: numero ottenuto tramite la sottrazione di restrizioni del modello ristretto (5) da quello non ristretto (25).

-97813,9336	Ristretto	$\ln L(\tilde{\lambda}_r)$
-92826,0813	Non ristretto	$\ln L(\tilde{\lambda})$
9975,704526	Statistica Test	LR
20	Restrizioni	r
0,0000	p-value	$\chi^2(r)$

In vista del risultato ottenuto si è portati a rifiutare l'ipotesi nulla (di validità delle restrizioni), pertanto si sceglie il modello non ristretto.

Preferendo un modello in cui sono concessi sia lo switch in varianza sia quello in covarianza rispetto ad un modello in cui si permette solo lo switch in varianza, si afferma che è migliore un modello in cui si lascino variare di stato sia le varianze che le covarianze, e che quindi si dia importanza sia a variazioni con effetti sistemici che a variazioni con effetti di contagio.

Secondo test

In questo test i due modelli messi a confronto sono il modello che ha la possibilità di switch in varianza e switch in covarianza per quanto riguarda il modello non ristretto, e il modello che ha lo switch in covarianza ma non quello in varianza per quanto riguarda quello ristretto. Qui le restrizioni invece sono 5: numero ottenuto tramite la sottrazione di restrizioni del modello ristretto (20) da quello non ristretto (25).

-100464,4032	Ristretto	$lnL(\tilde{\lambda}_r)$
-92826,0813	Non ristretto	$lnL(\tilde{\lambda})$
15276,64385	Statistica Test	LR
5	Restrizioni	r
0,0000	p-value	$\chi^2(r)$

Dal risultato ottenuto si rifiuta l'ipotesi nulla (di validità delle restrizioni) e di conseguenza si sceglie il modello non ristretto.

Anche in questo caso, preferendo un modello in cui sono concessi switch in varianza e in covarianza rispetto ad un modello che permette solo switch in covarianza si dimostra che gli effetti sistemici giocano un ruolo importante, e che non si possono considerare solo gli effetti di contagio.

Terzo test

In questo test i due modelli messi a confronto sono il modello che ha la possibilità di switch in varianza e switch in covarianza per quanto riguarda il modello non ristretto, e il modello che non ha né lo switch in varianza né quello in covarianza per quanto riguarda quello ristretto. Il numero di restrizioni è 25, in quanto si contano tutte le variabili del modello non ristretto (appunto 25).

-113501,6738	Ristretto	$lnL(\tilde{\lambda}_r)$
-92826,0813	Non ristretto	$lnL(\tilde{\lambda})$
41351,18503	Statistica Test	LR
25	Restrizioni	r
0,0000	p-value	$\chi^2(r)$

Dal risultato ottenuto si rifiuta l'ipotesi nulla (di validità delle restrizioni) e si sceglie così il modello non ristretto.

Alla luce dei precedenti test, questo risultato è un'ulteriore conferma della tesi che fattori sistemici e di contagio debbano essere analizzati congiuntamente, e che il modello a cambiamento di regime debba concedere lo switch sia in varianza che in covarianza.

Quarto test

In questo caso i due modelli confrontati sono il modello che ha la possibilità di switch in varianza ma non lo switch in covarianza per quanto riguarda il modello non ristretto, e il modello che non ha né lo switch in varianza né quello in covarianza per quanto riguarda quello ristretto. Qui le restrizioni invece sono 5, in quanto si contano solo variabili del modello non ristretto (appunto 5).

-113501,6738	Ristretto	$\ln L(\tilde{\lambda}_r)$
-97813,9336	Non ristretto	$\ln L(\tilde{\lambda})$
31375,48051	Statistica Test	LR
5	Restrizioni	r
0,0000	p-value	$\chi^2(r)$

Dal risultato ottenuto si è portati a rifiutare l'ipotesi nulla (di validità delle restrizioni) e a scegliere il modello non ristretto.

Questo test dimostra che rispetto al modello in cui non sono concessi switch né in varianza né in covarianza è preferibile un modello in cui sia concesso lo switch in varianza, per permettere di cogliere per lo meno i fattori di cambiamento sistemici.

Quinto test

In questo caso i due modelli confrontati sono il modello che ha la possibilità di switch in covarianza ma non lo switch in varianza per quanto riguarda il modello non ristretto, e il modello che non ha né lo switch in varianza né quello in covarianza per quanto

riguarda quello ristretto. Qui le restrizioni sono 20, in quanto si contano solo variabili del modello non ristretto (appunto 20).

-113501,6738	Ristretto	$\ln L(\tilde{\lambda}_r)$
-100464,4032	Non ristretto	$\ln L(\tilde{\lambda})$
26074,54118	Statistica Test	LR
20	Restrizioni	r
0,0000	p-value	$\chi^2(r)$

Dai risultati, si rifiuta l'ipotesi nulla (di validità delle restrizioni), pertanto si sceglie il modello non ristretto.

Questo test è il complementare del test precedente poiché dimostra che rispetto ad un modello che non permette gli switch né in varianza né in covarianza è preferibile un modello che permetta gli switch almeno in covarianza, per il fatto che si preferisce cogliere almeno le variazioni dei fattori di contagio.

Alla luce dei risultati ottenuti per quanto riguarda il test del rapporto di verosimiglianza si può affermare che sia preferibile considerare un modello a cambiamento di regime senza restrizioni al cambiamento della varianza e della covarianza per voler cogliere il maggior numero di variazioni nell'analisi.

Questo risultato è importante per il fatto che si può evidenziare che non si possono trascurare né gli effetti di contagio né tantomeno quelli sistemici, appunto per il fatto che sono preferiti i modelli in cui il cambiamento deve riguardare la totalità dei valori presenti nella matrice di varianze e covarianze.

Il cambiamento della totalità dei valori nella suddetta matrice tra uno stato ed un altro coglie in maniera più dettagliata gli spostamenti da uno stato all'altro e i cambiamenti delle interazioni tra le varie categorie nel passaggio di stato.

II. Significatività delle categorie

Per completare l'analisi è necessario soffermarsi pure sull'analisi della significatività delle categorie, cercando di osservare quale categoria tra le cinque è quella che influenza maggiormente il mercato.

Per svolgere questo tipo di analisi si è effettuato il calcolo della somma per colonna (che equivale alla somma per riga) dei valori presenti nella matrice di varianze e covarianze e si visto quale fosse il valore più significativo. Per comprendere quale sia il valore più significativo è intuitivo pensare che più è alto il risultato della somma delle covarianze per ogni categoria, più la categoria in questione avrà l'impatto maggiore nel mercato.

Analizzando modello per modello le tabelle presentate esprimono la matrice di varianze e covarianze delle cinque categorie nell'ordine espresso a inizio capitolo (ovvero Consumi, Produzione, Tecnologie avanzate, Sanità, Altro), e riportano entrambi gli stati, che saranno chiamati "Stato1" e "Stato2". I valori evidenziati in diagonale esprimono le varianze, quelli non evidenziati invece le covarianze, e in fondo ad ogni colonna è presente la somma per colonna, dalla quale si andrà a ricercare il valore più significativo, nonché quello più alto.

Nel primo modello, ovvero quello in cui è concesso sia lo switch per le varianze che lo switch per le covarianze, le matrici di varianze e covarianze dello Stato1 e dello Stato2 risultano essere le seguenti:

Stato1					Stato2				
0,4072	0,3562	0,3572	0,3293	0,3726	3,1711	3,2048	3,1448	2,6751	3,5372
0,3562	0,4230	0,3613	0,3254	0,3895	3,2048	3,9678	3,4850	2,8212	3,9414
0,3572	0,3613	0,4898	0,3356	0,3745	3,1448	3,4850	4,6374	2,8372	3,9022
0,3293	0,3254	0,3356	0,5051	0,3407	2,6751	2,8212	2,8372	3,6518	3,1102
0,3726	0,3895	0,3745	0,3407	0,4744	3,5372	3,9414	3,9022	3,1102	5,0853
1,8225	1,8554	1,9183	1,8361	1,9518	15,732	17,420	18,006	15,095	19,576

Per quanto riguarda lo Stato1 si può notare che non ci sono grossi differenze tra le varie categorie, ma il valore maggiore lo raggiunge l'ultima, ovvero la categoria in cui sono presenti vari settori tra cui quello finanziario e quello delle costruzioni. Non essendo

però una differenza così alta rispetto agli altri valori si può dire che le cinque categorie in esame influenzano in maniera quasi uniforme il mercato. Per quanto riguarda lo Stato2 si può osservare una differenza per il fatto la categoria con il valore più alto è sempre la stessa, ma in questo caso la differenza è maggiore rispetto a quella nello Stato1.

Per quanto riguarda il secondo modello, ovvero quello in cui è concesso lo switch esclusivamente alle varianze, le matrici di varianze e covarianze dello Stato1 e dello Stato2 risultano essere:

Stato1					Stato2				
0,9497	0,9239	0,9039	0,8157	0,9733	1,1582	0,9239	0,9039	0,8157	0,9733
0,9239	1,0204	0,9343	0,8310	1,0217	0,9239	1,4972	0,9343	0,8310	1,0217
0,9039	0,9343	1,0446	0,8263	0,9807	0,9039	0,9343	2,2731	0,8263	0,9807
0,8157	0,8310	0,8263	0,9459	0,8756	0,8157	0,8310	0,8263	2,0938	0,8756
0,9733	1,0217	0,9807	0,8756	1,1463	0,9733	1,0217	0,9807	0,8756	2,0212
4,5665	4,7314	4,6898	4,2944	4,9975	4,7750	5,2081	5,9184	5,4423	5,8725

Questo modello ha il vincolo che le covarianze non cambino nel passaggio da uno stato all'altro: si può osservare, infatti, che tali valori nello Stato1 sono gli stessi presenti nello Stato2. In questo caso nel confronto tra i risultati dello Stato1 con quelli dello Stato2 si tengono conto solo degli effetti apportati dal cambiamento della varianza.

Anche in questo caso la categoria che ha il valore maggiore è l'ultima, e anche per questo modello nello Stato1 non ci sono grosse differenze rispetto alle altre categorie. Per quanto riguarda lo Stato2 si può osservare che le differenze sono minime anche qui: la categoria con l'impatto maggiore nel mercato è la terza, ovvero quella delle tecnologie avanzate. Le minori differenze tra Stato1 e Stato2 rispetto al modello precedente sono dovute al vincolo per cui le covarianze non variano nel cambiamento di stato: vincolo che non permette cambiamenti nelle interazioni tra le categorie.

Nel terzo modello, ovvero quello in cui è concesso lo switch soltanto alle covarianze, le matrici di varianze e covarianze dello Stato1 e dello Stato2 risultano essere le seguenti:

Stato1					Stato2				
1,3751	1,4025	1,4613	1,3668	1,5125	1,3751	1,1435	0,9844	0,8983	1,1655
1,4025	1,5449	1,5477	1,4396	1,6178	1,1435	1,5449	1,0453	0,8545	1,2404
1,4613	1,5477	1,7407	1,5126	1,6672	0,9844	1,0453	1,7407	0,7894	1,1175
1,3668	1,4396	1,5126	1,6037	1,5524	0,8983	0,8545	0,7894	1,6037	0,8873
1,5125	1,6178	1,6672	1,5524	1,8113	1,1655	1,2404	1,1175	0,8873	1,8113
7,1181	7,5525	7,9296	7,4751	8,1612	5,5667	5,8286	5,6773	5,0332	6,2220

In questo modello si è imposto il vincolo per cui le varianze non cambino nel passaggio di stato: si può notare, infatti, come nello Stato1 e nello Stato2 ci siano gli stessi valori. Anche qui il valore più importante è assunto dall'ultima categoria, sia per lo Stato1 che per lo Stato2, ma come per il precedente modello la differenza non è così significativa. Si può comunque osservare che, pur avendo concesso il cambiamento alle covarianze, non ci siano grandi differenze dal precedente stato: questo può voler confermare la tesi che varianze e covarianze in modelli a cambiamento di regime debbano essere lasciate variare congiuntamente, e che pertanto siano più utili analisi che riguardano modelli senza vincoli alla matrice di varianze e covarianze, in quanto possono cogliere dettagli che altrimenti non sarebbe possibile rilevare.

Nel quarto ed ultimo modello, ovvero quello in cui la matrice di varianze e covarianze è uguale nel passaggio tra Stato1 e Stato2, la situazione risulta essere la seguente:

Stato1					Stato2				
0,9949	0,9644	0,9379	0,8277	1,0043	0,9949	0,9644	0,9379	0,8277	1,0043
0,9644	1,1897	1,0196	0,8589	1,1117	0,9644	1,1897	1,0196	0,8589	1,1117
0,9379	1,0196	1,3611	0,8586	1,0604	0,9379	1,0196	1,3611	0,8586	1,0604
0,8277	0,8589	0,8586	1,1887	0,8950	0,8277	0,8589	0,8586	1,1887	0,8950
1,0043	1,1117	1,0604	0,8950	1,3272	1,0043	1,1117	1,0604	0,8950	1,3272
4,7294	5,1443	5,2376	4,6289	5,3985	4,7294	5,1443	5,2376	4,6289	5,3985

In questo ultimo caso si può osservare come lo Stato1 e lo Stato2 abbiano gli stessi valori sia per quanto riguarda le varianze sia per quanto riguarda le covarianze, essendo questo il modello con il vincolo per cui la matrice di varianze e covarianze debba rimanere invariata nel passaggio da Stato1 a Stato2.

Pure in questo caso si può osservare che non ci sono differenze significative tra le varie categorie e che, come nei precedenti modelli, la categoria che ha l'impatto maggiore nel mercato sia l'ultima.

III. Analisi delle probabilità di cambiamento di regime

Come si è già spiegato in precedenza si sono analizzati quattro modelli *nested*, il cui nome abbreviato utilizzato per questa parte dell'analisi verrà scritto tra parentesi:

- 1- switch in varianza e switch in covarianza (SvarScov);
- 2- switch in varianza e non switch in covarianza (SvarNScov);
- 3- non switch in varianza e switch in covarianza (NSvarScov);
- 4- non switch in varianza e non switch in covarianza (NSvarNScov).

Per quanto riguarda l'analisi delle probabilità di cambiamento di regime, si presentano ora i grafici che mostrano l'andamento di tali probabilità. Si ricorda che i grafici sono stati realizzati personalmente utilizzando i risultati del calcolo effettuato precedentemente in ambiente Matlab.

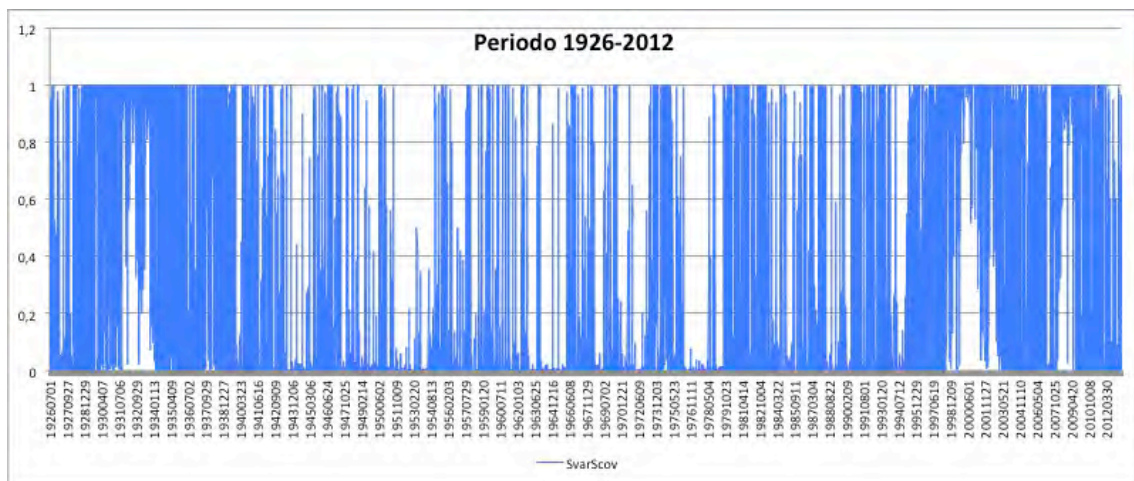
Per una più semplice e comprensibile visualizzazione saranno presentate solo le probabilità di cambiamento di regime, pensando al fatto che per ricavare le probabilità di non cambiamento basterà ricavare il complemento a 1 della probabilità mostrata.

Nei seguenti grafici l'asse verticale indicherà la probabilità di spostamento di stato, in questo caso la probabilità di trovarsi nel secondo stato, mentre l'asse orizzontale indicherà il periodo di riferimento (indicato in anno, mese, giorno).

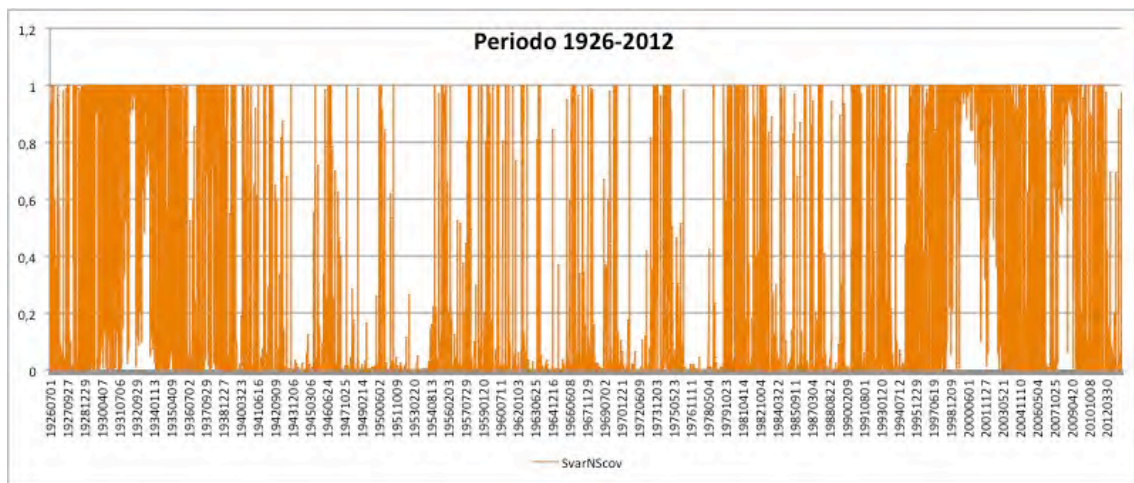
Intuitivamente a probabilità più prossime a 1 corrisponderanno eventi di crisi o shock in cui l'economia tende a cambiare stato, passando dal primo al secondo stato.

Nei grafici seguenti, il modello che permette lo switch in varianza e in covarianza verrà indicato con il colore blu, e nella legenda sarà indicato con il termine SvarScov. Le

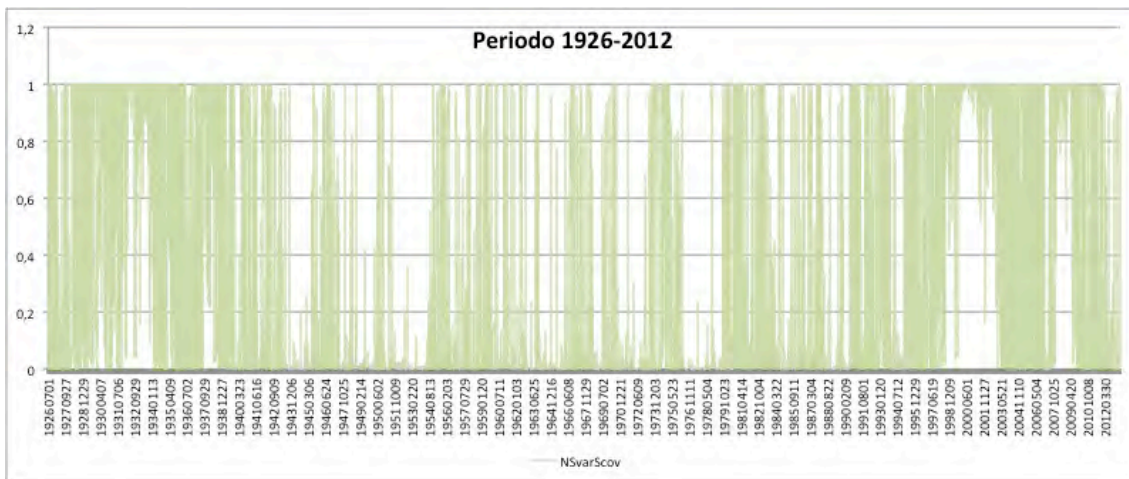
probabilità di questo modello, per il periodo analizzato sono rappresentate graficamente dal seguente grafico:



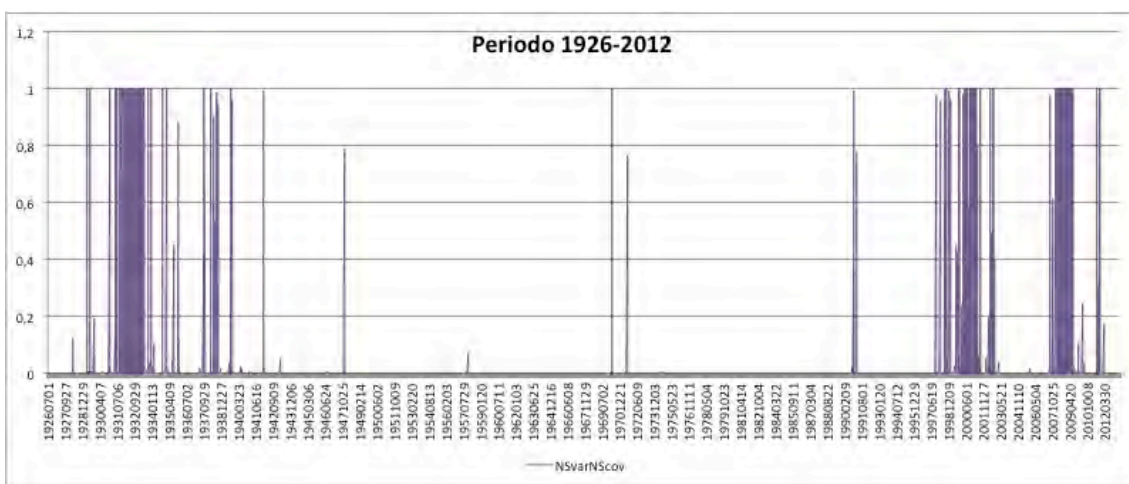
Il modello che permette lo switch in varianza e non permette quello in covarianza verrà indicato con il color arancio, e in legenda verrà indicato con il termine SvarNScov. Le probabilità di questo modello sono rappresentate graficamente dal seguente grafico:



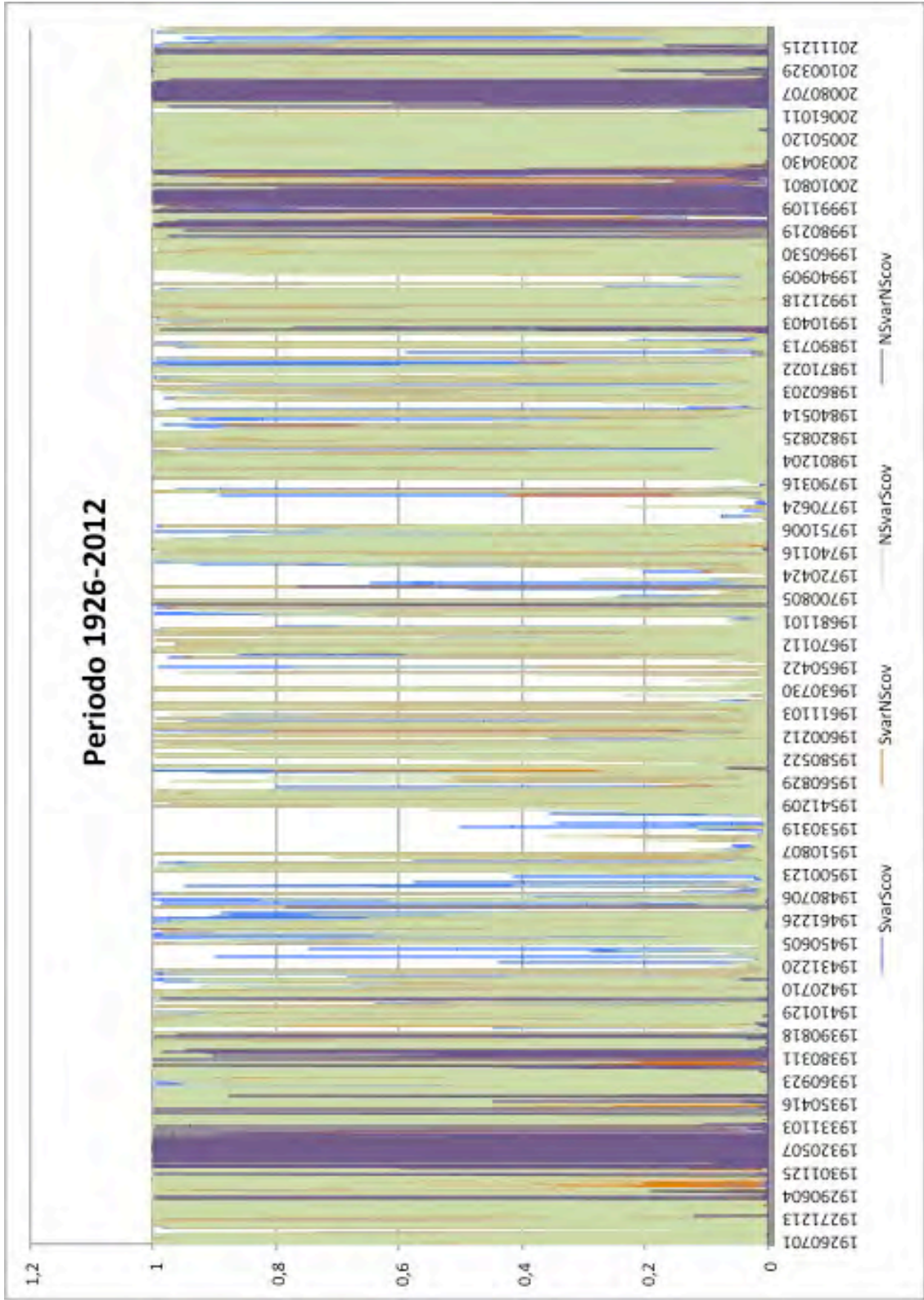
Per il modello che permette lo switch in varianza e non permette quello in covarianza si è scelto il color verde chiaro, e in legenda sarà indicato con il termine NSvarScov. Le probabilità di questo modello sono rappresentate graficamente dal seguente grafico, per il periodo che va dal 1926 al 2012:



Per il quarto ed ultimo modello, ovvero quello per cui la matrice di varianze e covarianze non varia nel passaggio di stato, il colore utilizzato è il viola, ed il nome indicato in legenda è NSvarNScov. La rappresentazione grafica delle probabilità di questo modello per l'intero campione analizzato è il seguente:



L'unione dei grafici dei singoli modelli nested darà il seguente grafico:



Essendo quest'ultimo grafico di difficile interpretazione, poiché le osservazioni sono giornaliere per un periodo piuttosto ampio, ed interpretando inoltre quattro modelli contemporaneamente, si è scelto di frazionare il periodo in sotto-periodi, in base alle variazioni che sembrano importanti dai precedenti grafici.

I sotto-periodi analizzati sono i seguenti:

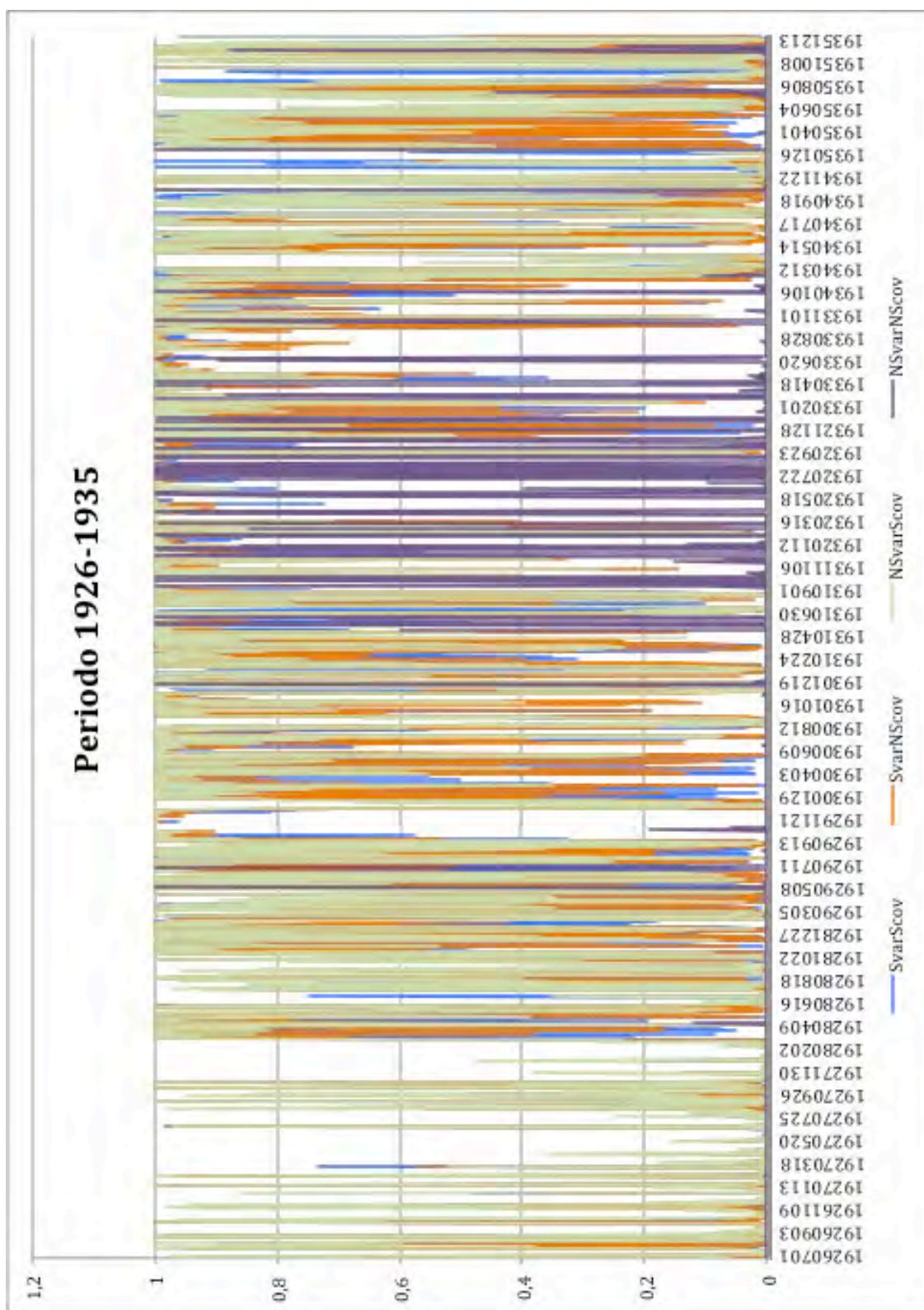
- dal 1926 al 1935
- dal 1935 al 1950
- dal 1965 al 1975
- dal 1980 al 1995
- dal 1995 al 2012

I sotto-periodi non presentano intervalli uniformi per il fatto che si è scelto di selezionare ogni intervallo in base a cambiamenti significativi di probabilità di cambiamento di stato, e quindi si sono voluti osservare solo gli anni più interessanti. Per la stessa ragione gli intervalli non coprono la totalità del periodo inizialmente scelto, in quanto in certi intervalli non vi erano appunto scostamenti reputati significativi. Ad ogni modo, per un'eventuale analisi dell'intero periodo si possono utilizzare i grafici presentati in precedenza.

Periodo 1926-1935

In questo sotto-periodo ci si accorge subito di elevate probabilità indicanti un passaggio di stato nel 1929: ciò è osservabile in tutti i modelli. Questo può voler dire che la cosiddetta “grande depressione” è stata percepita in tutti e quattro i casi, e si può inoltre notare come alte probabilità persistano negli anni a seguire. La crisi del New York Stock Exchange avvenne il 24 ottobre 1929 e il crollo definitivo della borsa avvenne il 29 ottobre 1929 (martedì nero). Alte probabilità sono osservate fino al 1933, anno in cui Roosevelt avvia la politica del New Deal per combattere la grande depressione. Nel 1933 inoltre viene abolito il proibizionismo (che durò dal 1919 al 1933).

Si possono osservare delle probabilità più basse negli anni successivi al 1933, segno che i modelli si adattano bene al periodo storico americano, in quanto l'economia si sembra stabilizzare e non ci sono eventi particolarmente importanti dal 1933 al 1935.



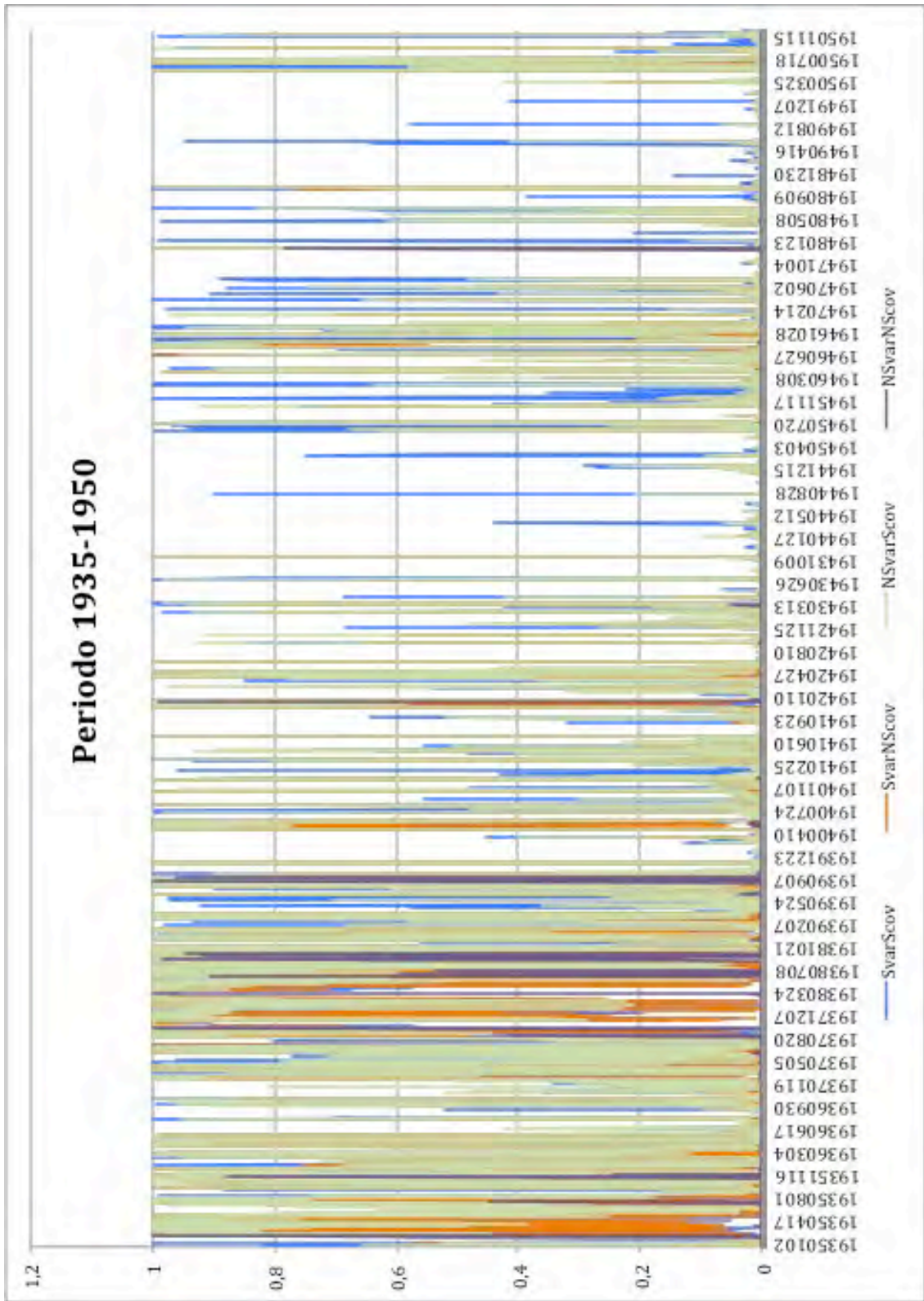
Periodo 1935-1950

Si è scelto di analizzare questo arco di tempo per cercare di dare continuità al periodo precedente e inoltre per il fatto che è abbastanza ampio per poter visualizzare sia alte che basse probabilità.

Si può osservare come nel biennio 1937-1938 ci sia un importante innalzamento delle probabilità di cambiamento di regime: una possibile spiegazione è la recessione del 1937-1938. Nel 1938 viene attuato il secondo new deal, ovvero un nuovo pacchetto di provvedimenti per far fronte al sistema di sicurezza e di protezione sociale.

Il grafico mostra degli spostamenti significativi a partire dalla fine del 1945 per circa tre anni: una delle possibili spiegazioni è che l'economia si stava ristabilizzando dopo la fine della seconda guerra mondiale. Nel 1948 viene attuato dagli Stati Uniti il piano Marshall: piano per lo stanziamento di fondi in aiuto agli stati Europei, in cui l'Italia fu uno dei primi ad usufruire dei benefici e ad ottenere la possibilità di attuare un processo di ricostruzione.

Negli anni successivi non ci furono altri grossi avvenimenti e l'economia poté stabilizzarsi senza troppi problemi.



Periodo 1965-1975

In questo intervallo di tempo si possono osservare principalmente due periodi: il primo è quello che riguarda il 1970, e il secondo è quello che parte dall'inizio del 1973 arriva al 1975.

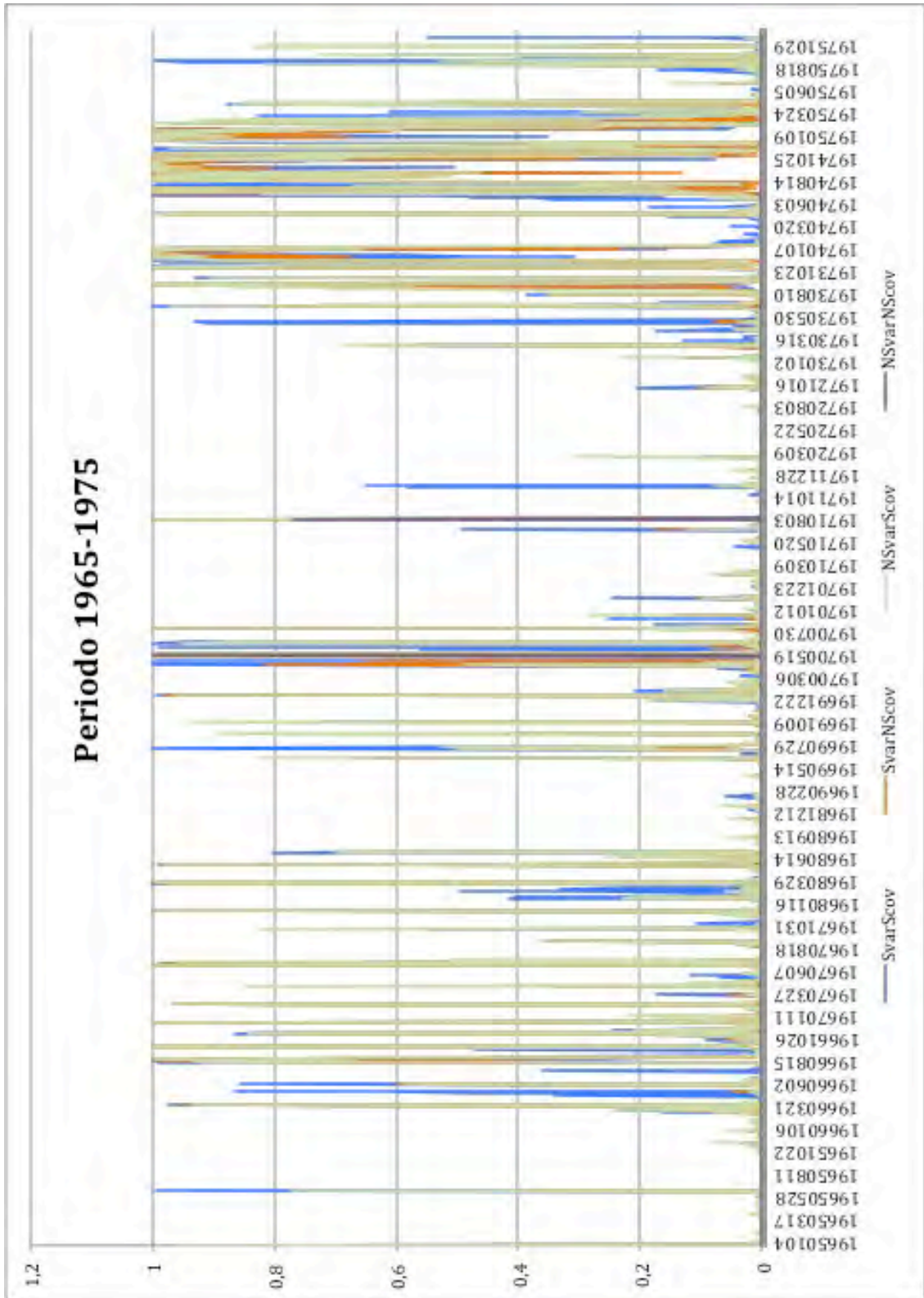
Per quanto riguarda il primo periodo si può far riferimento al fenomeno della stagflazione presente negli Stati Uniti: questo fenomeno comporta una crescita molto lenta dell'attività produttiva e un aumento del tasso d'inflazione. Nixon tentò di porre fine alla stagflazione nel 1971, sospendendo la convertibilità del dollaro in oro, e portando all'abbandono dell'accordo di Bretton Woods nel dicembre del 1971. Nel 1970 inoltre si chiusero i deficit di bilancio della guerra in Vietnam.

Nel secondo periodo invece si fa riferimento alla crisi energetica, nonché alla guerra del petrolio che prese parte per un anno e mezzo, dal 1973 al 1975.

Nell'ottobre del 1973 l'esercito egiziano e quello siriano attaccarono Israele: durante i combattimenti il primo schieramento fu aiutato dai Paesi anti-americani e dai Paesi Arabi, mentre Israele fu sostenuta dagli Stati Uniti e dai paesi occidentali. Questa guerra, che durò una ventina di giorni, ebbe pesanti conseguenze sul prezzo del petrolio, il quale arrivò a quadruplicare il suo valore negli anni a seguire.

I Paesi dell'OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) bloccarono le esportazioni di petrolio fino al 1975: anno in cui si può dire che questo conflitto sia terminato.

Periodo 1965-1975

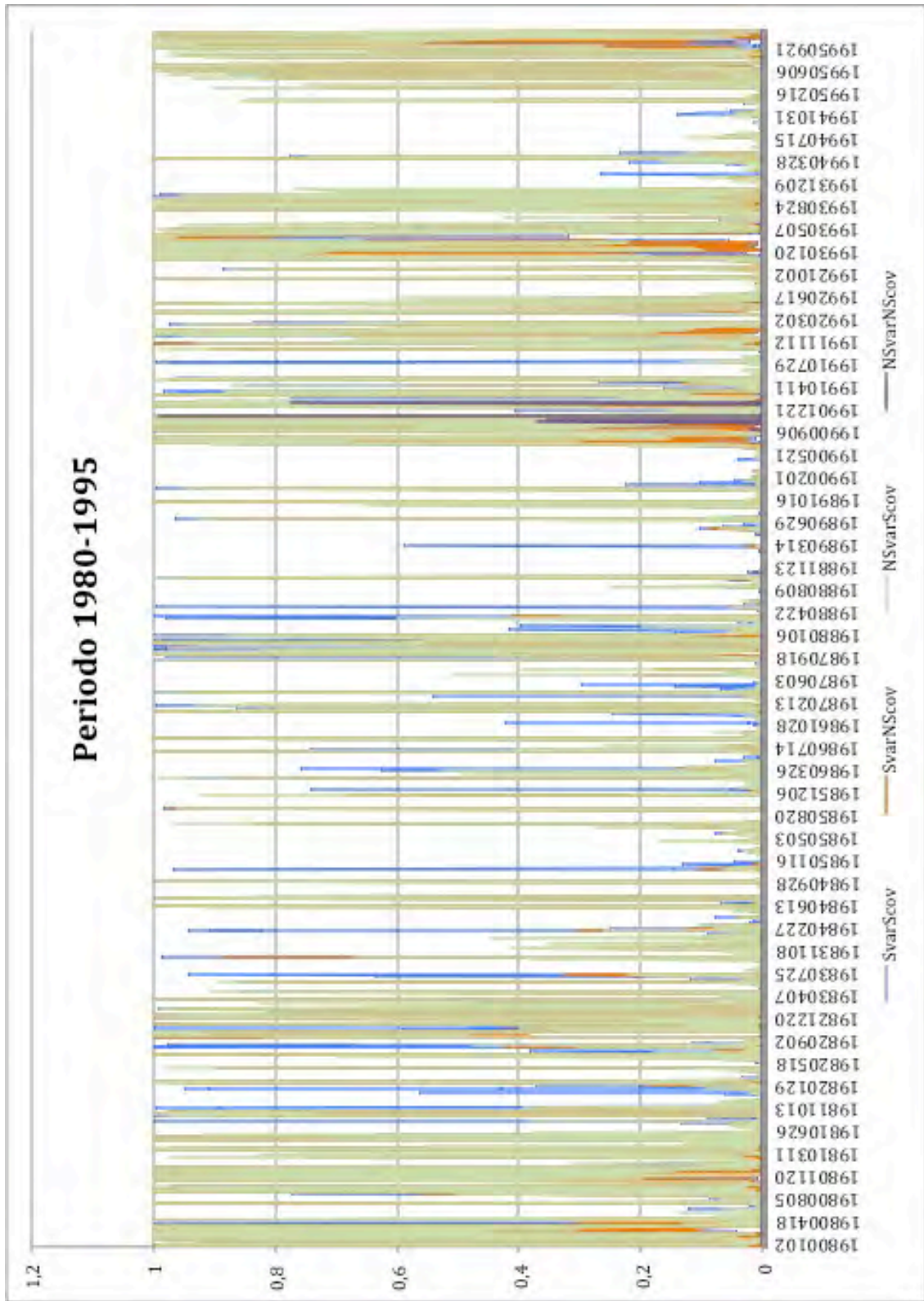


Periodo 1980-1995

In questo intervallo si possono osservare principalmente due periodi di shock rilevati da tutti e quattro i modelli: il primo è nella seconda metà del 1987, il secondo è un periodo più ampio che copre il biennio 1990-1991.

Per quanto riguarda il primo periodo si può vedere in maniera piuttosto nitida il 19 ottobre 1987: giorno noto in finanza con il nome di *black monday* (lunedì nero) in cui si verificò un improvviso e drastico crollo dei mercati finanziari. Il crollo ebbe origine in Hong Kong, e poi si diffuse a catena nei Paesi europei e negli Stati Uniti. L'indice Dow Jones registrò una perdita del 22.61%, e si può dire che fu uno dei peggiori crolli della storia del mercati, dopo il 1929, ma in questo caso l'economia si riprese rapidamente, e il crollo fu momentaneo.

Il secondo periodo d'instabilità può ferirsi al periodo della Guerra del Golfo, in cui una coalizione di 35 stati composta dall'ONU, tra cui anche gli Stati Uniti, cercò di restaurare la sovranità dello stato del Kuwait, a seguito dell'invasione da parte dell'Iraq. Non si può parlare di crisi in questo caso, ma certamente si può vedere come il mercato statunitense abbia reagito a questo evento.



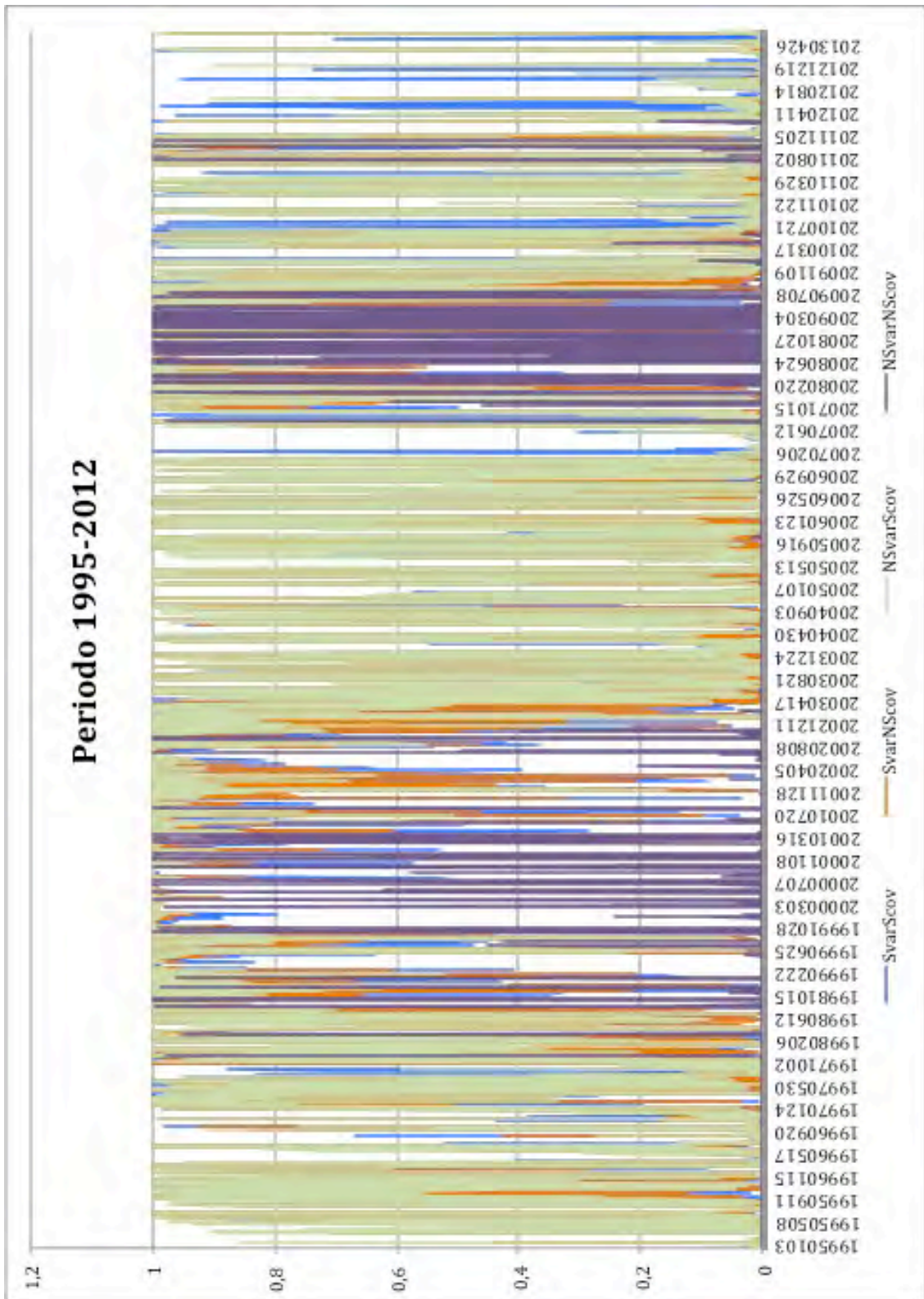
Periodo 1995-2012

Anche per quanto riguarda questo periodo si possono osservare due importanti shock: il primo tra il 1997 e il 2002, e il secondo tra il 2007 e il 2009, con conseguente instabilità e sbalzi negli anni successivi.

Il primo shock è imputabile alla formazione della cosiddetta bolla finanziaria e al seguente scoppio della bolla delle Dot-com. Questa bolla speculativa originata dalla crescita delle società Dot-com, ovvero società di servizi che sviluppano il loro business tramite il web e tramite internet, si formò tra il 1997 e il 2000, anno in cui l'indice Nasdaq raggiunse il massimo di oltre 5000 punti nel trading intraday. In seguito a tale crescita esponenziale delle quotazioni avvenne un improvviso crollo, appunto uno scoppio della bolla, e si registrarono ingenti perdite per il biennio successivo.

Il secondo shock si riferisce invece alla più recente bolla immobiliare, dei cosiddetti mutui subprime, verificatasi a fine 2007, che provocò il crollo del valore dei mutui e alla conseguente scomparsa delle più note banche d'affari tra cui Lehman Brothers, che dichiarò bancarotta. La crisi in questione ebbe effetti devastanti e uscì dal confine Statunitense, arrivando ad avere conseguenze a livello mondiale, e specialmente nei Paesi sviluppati: anche per questo motivo si parla della più grave crisi dopo la Grande Depressione del 1929.

Periodo 1995-2012



Conclusioni

L'analisi empirica condotta in questa tesi dimostra che in numerosi casi ci sono stati degli eventi che hanno avuto un impatto di grandi dimensioni nell'economia degli Stati Uniti. Si è verificata l'ipotesi che un solo evento sia stato in grado di contagiare l'intero mercato a causa del forte grado di dipendenza tra le categorie, e che in conseguenza singoli eventi riescano a guidare l'economia di un Paese da una situazione di stabilità ad una situazione di turbolenza, seguendo una sorta di "effetto domino".

Si è dimostrato che l'efficienza del mercato non può essere valutata in maniera isolata, in quanto è un fattore fortemente dipendente dall'ambiente in cui si trova, ed è capace di adattarsi ad un ambiente sempre mutevole. Nel periodo osservato si può constatare come singoli avvenimenti abbiano causato crisi sistemiche, contagiando in poco tempo tutto il mercato, e come pure singoli provvedimenti di risanamento siano stati in grado di guidare il mercato in un'unica direzione, riportandolo alla stabilità.

Il modello a cambiamento di regime di Markov è riuscito ad individuare un regime di stabilità economica e un regime di turbolenza, e ha mostrato come gli effetti di una situazione di instabilità abbiano portato l'economia a muoversi da un regime all'altro.

Alla luce dei risultati ottenuti si può affermare che il modello a cambiamento di regime di Markov sia uno strumento utile per l'analisi economica poiché si adatta in maniera soddisfacente all'individuazione di fenomeni di contagio e si possa quindi utilizzare in ambito finanziario.

È stato utilizzato un modello multivariato in cui sono presenti cinque categorie aggregate da Kenneth French, in cui si sono potuti distinguere la categoria dei consumi, quella della produzione, quella delle tecnologie avanzate, quella della sanità e infine quella delle rimanenti sotto-categorie che non rientravano nelle precedenti. I dati che sono stati utilizzati sono *value-weighted*, ovvero ponderati per il loro valore di capitalizzazione in borsa, con rilevazioni giornaliere, per il periodo che parte dal 1926 e

arriva a fine 2012, nonché il periodo massimo a disposizione del database, per ottenere risultati su un orizzonte il più ampio possibile.

La frequenza di osservazione dei rendimenti scelta nell'analisi ha avuto il pregio di saper illustrare in maniera molto precisa i passaggi di stato, e il livello di aggregazione ha portato risultati in linea con le aspettative, poiché ciascuna categoria si è dimostrata essere significativa nello spiegare le variazioni dei rendimenti del mercato, e si è dimostrata avere una forte dipendenza con le altre.

Si sono imposti dei vincoli al modello, in modo tale da poter osservare quattro modelli *nested*: i vincoli riguardano il cambiamento all'interno della matrice di varianze e covarianze, mentre la media è stata lasciata libera di cambiare di stato in stato.

Nel descrivere le probabilità di cambiamento di stato si sono potute notare delle differenze tra i modelli *nested*. Mentre i primi tre, ovvero i modelli per cui si sono concessi gli switch agli elementi della matrice di varianze o covarianze risultano piuttosto simili e molto dettagliati nel descrivere gli spostamenti di stato in stato, l'ultimo modello, dove appunto non sono state concesse variazioni agli elementi di tale matrice, fa emergere esclusivamente gli spostamenti dovuti alla variazione della media.

Si è potuto inoltre notare che il livello di aggregazione scelto non mostra rilevanti differenze a livello di significatività delle categorie, mostrando un grado di influenza tra categorie più o meno equivalente. In tutti e quattro i modelli si è visto, infatti, che pur variando di stato le cinque categorie mostrano delle lievi differenze, e che anche nello spostamento rimangono più o meno costanti: questo sta a significare che le categorie presentate abbiano pari importanza nello spiegare le variazioni dei rendimenti.

Questo risultato mostra come il mercato abbia un elevato grado di correlazione tra le categorie, e come quindi siano importanti le relazioni di contagio presenti tra di esse.

Tra i quattro modelli si è potuta constatare una differenza anche in merito al grado di accuratezza della specificazione poiché, presentando caratteristiche differenti, sono riusciti a catturare molteplici fattori. Il modello in cui si è consentito lo switch in varianza e lo switch in covarianza è riuscito a cogliere effetti di contagio ed effetti sistemici nel cambiamento dal primo al secondo regime, il secondo modello, in cui invece si è concesso solo lo switch alla varianza è stato in grado di cogliere solo le variazioni di carattere sistemico. Il terzo modello, nel quale è stato imposto il vincolo di non cambiamento alla varianza nel passaggio di regime, ha colto invece effetti

prettamente di contagio, mentre il quarto ed ultimo modello, in cui la matrice di varianze e covarianze risultava essere la stessa sia nel primo che nel secondo regime, ha mostrato effetti che non erano inerenti a fattori di contagio tra categorie, ma erano dovuti a variazioni esogene rilevate dalla media, e non dalla varianza o dalla covarianza. Per un'analisi più rigorosa va comunque ricordato che è preferibile un utilizzo congiunto dei quattro modelli, in modo tale da avere un riscontro tra più risultati e poterli confrontare ed interpretare, e per cercare di comprendere quali eventi si possano considerare come punto di partenza per un contagio successivo, o si possano considerare come punto di partenza per un ritorno ad una situazione di stabilità.

I grafici relativi alle probabilità di passaggio verso il secondo regime mostrano tutti gli avvenimenti più importanti per l'economia degli Stati Uniti siano stati individuati, a partire dalla grande depressione del 1929, in cui il crollo della borsa ebbe effetti negli anni a seguire, e come poi interventi di risanamento dell'economia ebbero gli effetti desiderati.

Altri eventi importanti che emergono dai grafici mostrati nel precedente capitolo riguardano la recessione del 1937-1938, la stabilizzazione dopo il secondo new-deal e il periodo di riassetamento in seguito alla seconda guerra mondiale. Per quanto concerne gli anni Settanta emergono il periodo di stagflazione dell'economia statunitense del 1970 e il periodo cruciale della guerra del petrolio che ha preso parte tra il 1973 e il 1975. Negli anni Ottanta appare in maniera piuttosto nitida l'evento catastrofico che prese il nome di *black monday* nell'ottobre 1987 e che portò al crollo dei mercati finanziari. Tra il 1990 e il 1991 si rileva un'ulteriore instabilità, probabilmente dovuta alla Guerra del Golfo. A cavallo degli anni Novanta e dei Duemila si è potuto osservare come il modello sia stato in grado di rilevare la crescita e il successivo scoppio della "*dot-com bubble*", con i pesanti risultati che persistettero fino al 2002. Il modello è stato in grado infine di rilevare la più recente crisi dei mutui *subprime*, che ha avuto origine nel 2007 in America e che ha effetti tuttora nell'economia degli Stati Uniti e non solo.

L'analisi svolta può lasciare molteplici spunti di riflessione, tra cui il fatto che il modello si riesca ad adattare o meno ad economie di altri Paesi. In letteratura ci sono molteplici documenti che confermano che il modello mostri risultati soddisfacenti in diverse economie, ad esempio Krolzig (1997) ha applicato il modello a cambiamento di regime all'economia tedesca, e poi è sceso ad un livello più approfondito in un

confronto tra più stati per paragonare economie europee ed economie extraeuropee, mentre Kuan (2002) ha applicato il modello al ciclo economico del Taiwan.

Ci si può anche soffermare sulla questione del tipo di analisi svolta, ovvero ci si può chiedere se il modello a cambiamento di regime possa essere utilizzato anche per analisi che non riguardino rendimenti azionari, ma altri ambiti dell'economia e della finanza, come ad esempio il mercato dei tassi di cambio. Gouette (2012) ci spiega che il modello a cambiamento di regime di Markov fornisce buoni risultati anche per questo tipo di analisi economica, e che consente utili interpretazioni economiche.

Un'altra curiosità può riguardare il livello di aggregazione scelto, e quindi cercare di capire se sia meglio un modello con un livello di aggregazione alto o basso. Senza dubbio si può pensare che ad alti livelli di aggregazione si possano ottenere risultati ancor più soddisfacenti, ma senza sottovalutare il risultato espresso in precedenza, secondo cui a prescindere dal numero di categorie selezionate il mercato si muove in un'unica direzione, e le differenze tra le categorie sono minime.

Bibliografia

Ang A., Timmermann A. (2011), *Regime Changes and Financial Markets*, Columbia Business School, NY, 20 June 2011.

Basu R. (2002), *Financial contagion and investor 'learning': an empirical investigation*, IMF Working Paper No. 02/218.

Bazzana F., Debortoli F. (2002), *Il Rischio Sistemico in Finanza: una rassegna dei recenti contributi in letteratura*, ALEA Teach Reports, Trento.

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

Billio M., Pelizzon L. (2003), *Contagion and interdependence in stock markets: have they been misdiagnosed?*, Journal of Economics and Business, 55, pp. 405-426.

Bruni F., Campisi D., Rossi F. (2006), *Capital Asset Pricing Model e Three-Factor Model. Un'analisi empirica sul mercato azionario italiano*, Proceeding of the XVII Annual Scientific Meeting AiIG, Aracne, Roma.

Cai J. (1994), *A Markov Model of Switching-Regime ARCH*, Journal of Business and Economic Statistics, Vol. 12, No. 3, pp. 309-316.

Caporale G.M., Cipollini A., Spagnolo N. (2005), *Testing for Contagion: A Conditional Correlation Analysis*, Journal of Empirical Finance, 12, pp. 476-489.

Cappuccio N., Orsi R. (1991), *Econometria*, Il Mulino, Bologna.

Chan K. (1988), *On the contrarian investment strategy*, Journal of Business 61, Pag. 147-64.

Consigli G., Pianeti R., Urga G. (2012), *A systemic risk indicator and monetary policy*, Working Paper, University of Bergamo, Italy.

De Santis F., Tardella L., Verdinelli I. (2011), “*Appunti: Funzione di Verosimiglianza*”, Dipartimento di Scienze Statistiche, Roma.

Demartini P. (2004), *Informazione, imprese e mercati finanziari efficienti: spunti di riflessione in una prospettiva multidisciplinare*, Franco Angeli editore, Milano.

Diamond D. W., Dybvig P.H. (1983), *Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity*, The Journal of Political Economy, Vol. 91, No. 3. (Jun., 1983), Pag. 401-419.

Duffie D., Singleton K. (2003), *Credit Risk: Pricing, Measurement, and Management*, Princeton University Press, Princeton.

Elliot M., Golub B., Jackson M. O. (2013), *Financial Networks and Contagion*, Working Paper, California Institute of Technology, Pasadena, California.

Elliott R. J., Aggoun L., Moore J. B. (1995), *Hidden Markov Models, Estimation and Control*, Springer, New York.

Elliott R. J., Mamon R. S. (2007), *Hidden Markov models in finance*, Springer, New York.

Fama E. F. (1970), *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, Journal of Finance, Vol. 25(2), pp. 383-417.

Fama, E. F. (1998), *Market Efficiency, Long-Term Returns, and Behavioral Finance*, Journal of Financial Economics, Vol. 49 (2), 283-306.

Fama, E. F., French, K. R. (1993), *Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds*, Journal of Financial Economics, Vol. 33 (1), 3-56.

Ferri P., Greenberg E. (1992), *Wages, regime switching, and cycles*, Springer-Verlag, Heidelberg.

Flannery M. J. (1996), *Financial Crises, Payment System Problems, and Discount Window Lending*, Journal of Money, Credit and Banking, Blackwell Publishing, March, Vol. 28(4), pp. 804-824.

Forbes K., Rigobon R. (2002), *No Contagion, only Interdependence: Measuring Stock Market Co-movements*, Journal of Finance, 57, pp. 2223-2261.

Freeland R. K., Hardy M. R., Till M. (2009), *Assessing Regime Switching Equity*, January 28, 2009.

Freixas X., Parigi B. M., Rochet J.C. (2000), *Systemic Risk, Interbank Relations, and Liquidity Provisions by the Central Bank*, Journal of Money, Credit and Banking, Blackwell Publishing, August, Vol. 32(3), pp. 611-638.

French K., Roll R. (1986), *Stock return variances: the arrival of information and the reaction of traders*, Journal of Financial Economics 17, Pag. 5–26.

Gai P., Kapadia S. (2010), *Contagion in Financial Networks*, The Royal Society.

Giesecke K. (2004), *Credit Risk Modeling and Valuation: and Introduction*, Cornell University, Working Paper No. 143, October.

Glasserman P., Young H. P. (2013), *How Likely is Contagion in Financial Networks?*, Columbia.

Gouette S. (2012), *Conditional Markov regime switching model applied to economic modelling*, Centre National de la Recherche Scientifique Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires, Universités Paris 7 Diderot, CNRS, UMR 7599, October 31, 2012.

Guidolin M. (2012), *Markov Switching Models in Empirical Finance*, Bocconi University, IGER, Working Paper n. 415, June 2012.

Hamilton J. D. (2005), *Regime-Switching Models*, University of California, San Diego.

Hamilton J. D. (1994), *Time series analysis*, Princeton University press, Princeton.

Harrison J.M., e Kreps D. (1979), *Martingales and Arbitrage in Multiperiod Securities Markets*, Journal of Economic Theory, Vol. 20. pp. 381-408.

LeRoy S., Porter R. (1981), *The present value relation: tests based on variance bounds*, Econometrica 49, 555–74.

Lo A. W. (2007), *Efficient Markets Hypothesis*, The New Palgrave: A Dictionary of Economics, New York: Palgrave MacMillan, Second Edition, 2007.

Lo A., MacKinlay C. (1988), *Stock market prices do not follow random walks: evidence from a simple specification test*, Review of Financial Studies 1, 41–66.

Luo G. (1995), *Evolution and market competition*, Journal of Economic Theory 67, Pag. 223–50.

Kim C. J., Nelson C. R. (1999), *State-space models with regime switching: classical and Gibbs-sampling approaches with applications*, MIT press, Boston.

Kim C. J., Piger J., Startz R. (2004), *Estimation of Markov Regime-Switching Regression Models with Endogenous Switching*, University of Washington, February 20, 2004.

Kritzman M., Page S., Turkington D. (2012), *Regime Shifts: Implications for Dynamic Strategies*, Financial Analysts Journal, Volume 68 - Number 3, 2012, CFA Institute.

Krolzig H. M. (1997), *Markov-Switching Vector Autoregression, Modelling, Statistical Inference, and Application to Business Cycle Analysis*, Oxford.

Kuan C. M. (2002), *Lecture on the Markov Switching Model*, Institute of Economics, Academia Sinica, April 19, 2002.

Markowitz H. (1991), *Foundations of portfolio theory*, Journal of Finance 46, Pag. 469–77.

Michener R. (1982), *Variance bounds in a simple model of asset pricing*, Journal of Political Economy 90, Pag. 166–75.

Missio S., Watzka S. (2011), *Financial Contagion and the European Debt Crisis*, CESifo Working Paper No. 3554.

Mousavi S. M. (2011), *Contagion and Stability in Financial Networks*, Centre of Complexity Science, University of Warwick, Coventry, UK.

Pericoli M., Sbracia M. (2003), *A Primer on Financial Contagion*, Journal of Economic Surveys, Vol. 17, No. 4, Blackwell Publishing.

Perlin M. (2010), *MS Regress - The MATLAB Package for Markov Regime Switching Models*, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1714016>.

Protter P. (2012), *A Mathematical Theory of Financial Bubbles*, 3 November 2012
Electronic copy available at: <http://ssrn.com/abstract=2115895>.

Rogers L. C. G. (2005), *The origins of risk-neutral pricing and the Black-Scholes formula*, School of Mathematical Sciences, University of Bath, Bath, December 13, 2005.

Samuelson P. (1965), *Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly*, *Industrial Management Review* 6, 41–9.

Salloy S. (2012), *Contagion during the subprime crisis: Evidence from bank credit default swap spreads and abnormal returns*, Working Paper, University Paris East Créteil.

Schwarcz S.L. (2008), *Systemic Risk*, *The Georgetown Law Journal*, March, vol. 97(1), pp. 194-247.

Spiegelhalter D. J., Gilks W. R., Richardson S. (1996), *Markov chain Monte Carlo in practice*, Chapman & Hall, London.

Wang P. J. (2003), *Financial Econometrics: Methods and Models*, Routledge, London.

Siti consultati

<http://www.crsp.com>

http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html

<http://www.dimensional.com/famafrench/>

<http://www.bankpedia.org/>

<http://siccode.com/en>

<http://www.sec.gov/info/edgar/siccodes.htm>

<http://www.nber.org>

Appendice

Standard Industrial Classification (SIC) codes – Quarto capitolo

Le seguenti tabelle sono state create in base ad una ricerca tra i database americani (<http://siccode.com> e <http://www.sec.gov/info/edgar/siccodes.htm>) seguendo l'ordine dato da Kenneth French

1 Conusmer	Consumer Durables, NonDurables, Wholesale, Retail, and Some Services (Laundries, Repair Shops)
0100-0999	AGRICULTURAL PRODUCTION-CROPS
	AGRICULTURAL PRODUCTION-LIVESTOCK & ANIMALS SPECIALTIES
	AGRICULTURAL SERVICES
	FORESTRY
	FISHING, HUNTING AND TRAPPING
2000-2399	FOOD AND KINDRED PRODUCTS
	MEAT PACKING PLANTS
	SAUSAGES & OTHER PREPARED MEAT PRODUCTS
	POULTRY SLAUGHTERING AND PROCESSING
2020	DAIRY PRODUCTS
2024	ICE CREAM & FROZEN DESSERTS
2030	CANNED, FROZEN & PRESERVD FRUIT, VEG & FOOD SPECIALTIES
2033	CANNED, FRUITS, VEG, PRESERVES, JAMS & JELLIES
2040	GRAIN MILL PRODUCTS
2050	BAKERY PRODUCTS
2052	COOKIES & CRACKERS
2060	SUGAR & CONFECTIONERY PRODUCTS
2070	FATS & OILS
2080	BEVERAGES
2082	MALT BEVERAGES
2086	BOTTLED & CANNED SOFT DRINKS & CARBONATED WATERS
2090	MISCELLANEOUS FOOD PREPARATIONS & KINDRED PRODUCTS
2092	PREPARED FRESH OR FROZEN FISH & SEAFOODS
2100	TOBACCO PRODUCTS
2111	CIGARETTES
2200	TEXTILE MILL PRODUCTS
2211	BROADWOVEN FABRIC MILLS, COTTON
2221	BROADWOVEN FABRIC MILLS, MAN MADE FIBER & SILK
2250	KNITTING MILLS
2253	KNIT OUTERWEAR MILLS

2273	CARPETS & RUGS
2300	APPAREL & OTHER FINISHD PRODS OF FABRICS & SIMILAR MATL
2320	MEN'S & BOYS' FURNISHGS, WORK CLOTHG, & ALLIED GARMENTS
2330	WOMEN'S, MISSES', AND JUNIORS OUTERWEAR
2340	WOMEN'S, MISSES', CHILDREN'S & INFANTS' UNDERGARMENTS
2390	MISCELLANEOUS FABRICATED TEXTILE PRODUCTS
2700-2749	
2711	NEWSPAPERS: PUBLISHING OR PUBLISHING & PRINTING
2721	PERIODICALS: PUBLISHING OR PUBLISHING & PRINTING
2731	BOOKS: PUBLISHING OR PUBLISHING & PRINTING
2732	BOOK PRINTING
2741	MISCELLANEOUS PUBLISHING
2770-2799	
2771	GREETING CARDS
2780	BLANKBOOKS, LOOSELEAF BINDERS & BOOKBINDG & RELATD WORK
2790	SERVICE INDUSTRIES FOR THE PRINTING TRADE
3100-3199	
3100	LEATHER & LEATHER PRODUCTS
3140	FOOTWEAR, (NO RUBBER)
3940-3989	
3942	DOLLS & STUFFED TOYS
3944	GAMES, TOYS & CHILDREN'S VEHICLES (NO DOLLS & BICYCLES)
3949	SPORTING & ATHLETIC GOODS, NEC
3950	PENS, PENCILS & OTHER ARTISTS' MATERIALS
3960	COSTUME JEWELRY & NOVELTIES
2500-2519	
2510	HOUSEHOLD FURNITURE
2511	WOOD HOUSEHOLD FURNITURE, (NO UPHOLSTERED)
2590-2599	
2590	MISCELLANEOUS FURNITURE & FIXTURES
3630-3659	
3630	HOUSEHOLD APPLIANCES
3634	ELECTRIC HOUSEWARES & FANS
3640	ELECTRIC LIGHTING & WIRING EQUIPMENT
3651	HOUSEHOLD AUDIO & VIDEO EQUIPMENT
3652	PHONOGRAPH RECORDS & PRERECORDED AUDIO TAPES & DISKS
3710-3711	MOTOR VEHICLES E MOTORS EQUIPMENT
3714-3714	MOTOR VEHICLES PARTS AND ACCESSORIES
3716-3716	MOTOR HOMES
3750-3751	MOTOCYCLES, BICYCLES, & PARTS
3792-3792	TRAVEL TRAILERS AND CAMPERS
3900-3939	
3910	JEWELRY, SILVERWARE & PLATED WARE

3911	JEWELRY, PRECIOUS METAL
3931	MUSICAL INSTRUMENTS
3990-3999	
3990	MISCELLANEOUS MANUFACTURING INDUSTRIES
5000-5999	
5000	WHOLESALE-DURABLE GOODS
5010	WHOLESALE-MOTOR VEHICLES & MOTOR VEHICLE PARTS & SUPPLIES
5013	WHOLESALE-MOTOR VEHICLE SUPPLIES & NEW PARTS
5020	WHOLESALE-FURNITURE & HOME FURNISHINGS
5030	WHOLESALE-LUMBER & OTHER CONSTRUCTION MATERIALS
5031	WHOLESALE-LUMBER, PLYWOOD, MILLWORK & WOOD PANELS
5040	WHOLESALE-PROFESSIONAL & COMMERCIAL EQUIPMENT & SUPPLIES
5045	WHOLESALE-COMPUTERS & PERIPHERAL EQUIPMENT & SOFTWARE
5047	WHOLESALE-MEDICAL, DENTAL & HOSPITAL EQUIPMENT & SUPPLIES
5050	WHOLESALE-METALS & MINERALS (NO PETROLEUM)
5051	WHOLESALE-METALS SERVICE CENTERS & OFFICES
5063	WHOLESALE-ELECTRICAL APPARATUS & EQUIPMENT, WIRING SUPPLIES
5064	WHOLESALE-ELECTRICAL APPLIANCES, TV & RADIO SETS
5065	WHOLESALE-ELECTRONIC PARTS & EQUIPMENT, NEC
5070	WHOLESALE-HARDWARE & PLUMBING & HEATING EQUIPMENT & SUPPLIES
5072	WHOLESALE-HARDWARE
5080	WHOLESALE-MACHINERY, EQUIPMENT & SUPPLIES
5082	WHOLESALE-CONSTRUCTION & MINING (NO PETRO) MACHINERY & EQUIP
5084	WHOLESALE-INDUSTRIAL MACHINERY & EQUIPMENT
5090	WHOLESALE-MISC DURABLE GOODS
5094	WHOLESALE-JEWELRY, WATCHES, PRECIOUS STONES & METALS
5099	WHOLESALE-DURABLE GOODS, NEC
5110	WHOLESALE-PAPER & PAPER PRODUCTS
5122	WHOLESALE-DRUGS, PROPRIETARIES & DRUGGISTS' SUNDRIES
5130	WHOLESALE-APPAREL, PIECE GOODS & NOTIONS
5140	WHOLESALE-GROCERIES & RELATED PRODUCTS
5141	WHOLESALE-GROCERIES, GENERAL LINE
5150	WHOLESALE-FARM PRODUCT RAW MATERIALS
5160	WHOLESALE-CHEMICALS & ALLIED PRODUCTS
5171	WHOLESALE-PETROLEUM BULK STATIONS & TERMINALS
5172	WHOLESALE-PETROLEUM & PETROLEUM PRODUCTS (NO BULK STATIONS)
5180	WHOLESALE-BEER, WINE & DISTILLED ALCOHOLIC BEVERAGES
5190	WHOLESALE-MISCELLANEOUS NONDURABLE GOODS
5200	RETAIL-BUILDING MATERIALS, HARDWARE, GARDEN SUPPLY
5211	RETAIL-LUMBER & OTHER BUILDING MATERIALS DEALERS
5271	RETAIL-MOBILE HOME DEALERS
5311	RETAIL-DEPARTMENT STORES
5331	RETAIL-VARIETY STORES

5399	RETAIL-MISC GENERAL MERCHANDISE STORES
5400	RETAIL-FOOD STORES
5411	RETAIL-GROCERY STORES
5412	RETAIL-CONVENIENCE STORES
5500	RETAIL-AUTO DEALERS & GASOLINE STATIONS
5531	RETAIL-AUTO & HOME SUPPLY STORES
5600	RETAIL-APPAREL & ACCESSORY STORES
5621	RETAIL-WOMEN'S CLOTHING STORES
5651	RETAIL-FAMILY CLOTHING STORES
5661	RETAIL-SHOE STORES
5700	RETAIL-HOME FURNITURE, FURNISHINGS & EQUIPMENT STORES
5712	RETAIL-FURNITURE STORES
5731	RETAIL-RADIO, TV & CONSUMER ELECTRONICS STORES
5734	RETAIL-COMPUTER & COMPUTER SOFTWARE STORES
5735	RETAIL-RECORD & PRERECORDED TAPE STORES
5810	RETAIL-EATING & DRINKING PLACES
5812	RETAIL-EATING PLACES
5900	RETAIL-MISCELLANEOUS RETAIL
5912	RETAIL-DRUG STORES AND PROPRIETARY STORES
5940	RETAIL-MISCELLANEOUS SHOPPING GOODS STORES
5944	RETAIL-JEWELRY STORES
5945	RETAIL-HOBBY, TOY & GAME SHOPS
5960	RETAIL-NONSTORE RETAILERS
5961	RETAIL-CATALOG & MAIL-ORDER HOUSES
5990	RETAIL-RETAIL STORES, NEC
7200-7299	SERVICES-PERSONAL SERVICES
7600-7699	SERVICES-MISCELLANEOUS REPAIR SERVICES

2 Manuf	Manufacturing, Energy, and Utilities
2520-2589	
2520	OFFICE FURNITURE
2522	OFFICE FURNITURE (NO WOOD)
2531	PUBLIC BLDG & RELATED FURNITURE
2540	PARTITIONS, SHELVG, LOCKERS, & OFFICE & STORE FIXTURES
2600-2699	
2600	PAPERS & ALLIED PRODUCTS
2611	PULP MILLS
2621	PAPER MILLS
2631	PAPERBOARD MILLS
2650	PAPERBOARD CONTAINERS & BOXES
2670	CONVERTED PAPER & PAPERBOARD PRODS (NO CONTANERS/BOXES)
2673	PLASTICS, FOIL & COATED PAPER BAGS
2750-2769	

2750	COMMERCIAL PRINTING
2761	MANIFOLD BUSINESS FORMS
2800-2829	
2800	CHEMICALS & ALLIED PRODUCTS
2810	INDUSTRIAL INORGANIC CHEMICALS
2820	PLASTIC MATERIAL, SYNTH RESIN/RUBBER, CELLULOS (NO GLASS)
2821	PLASTIC MATERIALS, SYNTH RESINS & NONVULCAN ELASTOMERS
2840-2899	
2840	SOAP, DETERGENTS, CLEANING PREPARATIONS, PERFUMES, COSMETICS
2842	SPECIALTY CLEANING, POLISHING AND SANITATION PREPARATIONS
2844	PERFUMES, COSMETICS & OTHER TOILET PREPARATIONS
2851	PAINTS, VARNISHES, LACQUERS, ENAMELS & ALLIED PRODS
2860	INDUSTRIAL ORGANIC CHEMICALS
2870	AGRICULTURAL CHEMICALS
2890	MISCELLANEOUS CHEMICAL PRODUCTS
2891	ADHESIVES & SEALANTS
3000-3099	
3011	TIRES & INNER TUBES
3021	RUBBER & PLASTICS FOOTWEAR
3050	GASKETS, PACKG & SEALG DEVICES & RUBBER & PLASTICS HOSE
3060	FABRICATED RUBBER PRODUCTS, NEC
3080	MISCELLANEOUS PLASTICS PRODUCTS
3081	UNSUPPORTED PLASTICS FILM & SHEET
3086	PLASTICS FOAM PRODUCTS
3089	PLASTICS PRODUCTS, NEC
3200-3569	
3211	FLAT GLASS
3220	GLASS & GLASSWARE, PRESSED OR BLOWN
3221	GLASS CONTAINERS
3231	GLASS PRODUCTS, MADE OF PURCHASED GLASS
3241	CEMENT, HYDRAULIC
3250	STRUCTURAL CLAY PRODUCTS
3260	POTTERY & RELATED PRODUCTS
3270	CONCRETE, GYPSUM & PLASTER PRODUCTS
3272	CONCRETE PRODUCTS, EXCEPT BLOCK & BRICK
3281	CUT STONE & STONE PRODUCTS
3290	ABRASIVE, ASBESTOS & MISC NONMETALLIC MINERAL PRODS
3310	STEEL WORKS, BLAST FURNACES & ROLLING & FINISHING MILLS
3312	STEEL WORKS, BLAST FURNACES & ROLLING MILLS (COKE OVENS)
3317	STEEL PIPE & TUBES
3320	IRON & STEEL FOUNDRIES
3330	PRIMARY SMELTING & REFINING OF NONFERROUS METALS
3334	PRIMARY PRODUCTION OF ALUMINUM

3341	SECONDARY SMELTING & REFINING OF NONFERROUS METALS
3350	ROLLING DRAWING & EXTRUDING OF NONFERROUS METALS
3357	DRAWING & INSULATING OF NONFERROUS WIRE
3360	NONFERROUS FOUNDRIES (CASTINGS)
3390	MISCELLANEOUS PRIMARY METAL PRODUCTS
3411	METAL CANS
3412	METAL SHIPPING BARRELS, DRUMS, KEGS & PAILS
3420	CUTLERY, HANDTOOLS & GENERAL HARDWARE
3430	HEATING EQUIP, EXCEPT ELEC & WARM AIR; & PLUMBING FIXTURES
3433	HEATING EQUIPMENT, EXCEPT ELECTRIC & WARM AIR FURNACES
3440	FABRICATED STRUCTURAL METAL PRODUCTS
3442	METAL DOORS, SASH, FRAMES, MOLDINGS & TRIM
3443	FABRICATED PLATE WORK (BOILER SHOPS)
3444	SHEET METAL WORK
3448	PREFABRICATED METAL BUILDINGS & COMPONENTS
3451	SCREW MACHINE PRODUCTS
3452	BOLTS, NUTS, SCREWS, RIVETS & WASHERS
3460	METAL FORGINGS & STAMPINGS
3470	COATING, ENGRAVING & ALLIED SERVICES
3480	ORDNANCE & ACCESSORIES, (NO VEHICLES/GUIDED MISSILES)
3490	MISCELLANEOUS FABRICATED METAL PRODUCTS
3510	ENGINES & TURBINES
3523	FARM MACHINERY & EQUIPMENT
3524	LAWN & GARDEN TRACTORS & HOME LAWN & GARDENS EQUIP
3530	CONSTRUCTION, MINING & MATERIALS HANDLING MACHINERY & EQUIP
3531	CONSTRUCTION MACHINERY & EQUIP
3532	MINING MACHINERY & EQUIP (NO OIL & GAS FIELD MACH & EQUIP)
3533	OIL & GAS FIELD MACHINERY & EQUIPMENT
3537	INDUSTRIAL TRUCKS, TRACTORS, TRAILORS & STACKERS
3540	METALWORKG MACHINERY & EQUIPMENT
3541	MACHINE TOOLS, METAL CUTTING TYPES
3550	SPECIAL INDUSTRY MACHINERY (NO METALWORKING MACHINERY)
3555	PRINTING TRADES MACHINERY & EQUIPMENT
3559	SPECIAL INDUSTRY MACHINERY, NEC
3560	GENERAL INDUSTRIAL MACHINERY & EQUIPMENT
3561	PUMPS & PUMPING EQUIPMENT
3562	BALL & ROLLER BEARINGS
3564	INDUSTRIAL & COMMERCIAL FANS & BLOWERS & AIR PURIFING EQUIP
3567	INDUSTRIAL PROCESS FURNACES & OVENS
3569	GENERAL INDUSTRIAL MACHINERY & EQUIPMENT, NEC
3580-3621	
3580	REFRIGERATION & SERVICE INDUSTRY MACHINERY
3585	AIR-COND & WARM AIR HEATG EQUIP & COMM & INDL REFRIG EQUIP

3590	MISC INDUSTRIAL & COMMERCIAL MACHINERY & EQUIPMENT
3600	ELECTRONIC & OTHER ELECTRICAL EQUIPMENT (NO COMPUTER EQUIP)
3612	POWER, DISTRIBUTION & SPECIALTY TRANSFORMERS
3613	SWITCHGEAR & SWITCHBOARD APPARATUS
3620	ELECTRICAL INDUSTRIAL APPARATUS
3621	MOTORS & GENERATORS
3623-3629	
3629	ELECTRICAL INDUSTRIES APPARATUS, NOT ELSEWEEW CLASSIFIED
3700-3709	TRANSPORTATION EQUIPMENT
3712-3713	TRUCK & BUS BODIES
3715-3715	TRUCK TRAILERS
3717-3749	
3720	AIRCRAFT & PARTS
3721	AIRCRAFT
3724	AIRCRAFT ENGINES & ENGINE PARTS
3728	AIRCRAFT PARTS & AUXILIARY EQUIPMENT, NEC
3730	SHIP & BOAT BUILDING & REPAIRING
3743	RAILROAD EQUIPMENT
3752-3791	
3760	GUIDED MISSILES & SPACE VEHICLES & PARTS
3790	MISCELLANEOUS TRANSPORTATION EQUIPMENT
3793-3799	Transportation Equipment, not elsewhere classified
3860-3899	
3861	PHOTOGRAPHIC EQUIPMENT & SUPPLIES
3873	WATCHES, CLOCKS, CLOCKWORK OPERATED DEVICES/PARTS
1200-1399	
1220	BITUMINOUS COAL & LIGNITE MINING
1221	BITUMINOUS COAL & LIGNITE SURFACE MINING
1311	CRUDE PETROLEUM & NATURAL GAS
1381	DRILLING OIL & GAS WELLS
1382	OIL & GAS FIELD EXPLORATION SERVICES
1389	OIL & GAS FIELD SERVICES, NEC
2900-2999	
2911	PETROLEUM REFINING
2950	ASPHALT PAVING & ROOFING MATERIALS
2990	MISCELLANEOUS PRODUCTS OF PETROLEUM & COAL
4900-4949	
4900	ELECTRIC, GAS & SANITARY SERVICES
4911	ELECTRIC SERVICES
4922	NATURAL GAS TRANSMISSION
4923	NATURAL GAS TRANSMISISON & DISTRIBUTION
4924	NATURAL GAS DISTRIBUTION
4931	ELECTRIC & OTHER SERVICES COMBINED

4932	GAS & OTHER SERVICES COMBINED
4941	WATER SUPPLY

3 HiTec	Business Equipment, Telephone and Television Transmission
3570-3579	
3570	COMPUTER & OFFICE EQUIPMENT
3571	ELECTRONIC COMPUTERS
3572	COMPUTER STORAGE DEVICES
3575	COMPUTER TERMINALS
3576	COMPUTER COMMUNICATIONS EQUIPMENT
3577	COMPUTER PERIPHERAL EQUIPMENT, NEC
3578	CALCULATING & ACCOUNTING MACHINES (NO ELECTRONIC COMPUTERS)
3579	OFFICE MACHINES, NEC
3622-3622	INDUSTRIAL CONTROLS
3660-3692	
3661	TELEPHONE & TELEGRAPH APPARATUS
3663	RADIO & TV BROADCASTING & COMMUNICATIONS EQUIPMENT
3669	COMMUNICATIONS EQUIPMENT, NEC
3670	ELECTRONIC COMPONENTS & ACCESSORIES
3672	PRINTED CIRCUIT BOARDS
3674	SEMICONDUCTORS & RELATED DEVICES
3677	ELECTRONIC COILS, TRANSFORMERS & OTHER INDUCTORS
3678	ELECTRONIC CONNECTORS
3679	ELECTRONIC COMPONENTS, NEC
3690	MISCELLANEOUS ELECTRICAL MACHINERY, EQUIPMENT & SUPPLIES
3694-3699	
3810-3839	
3695	MAGNETIC & OPTICAL RECORDING MEDIA
7370-7372	SERVICES - COMPUTER PROGRAMMING AND DATA PROCESSING
7370	SERVICES-COMPUTER PROGRAMMING, DATA PROCESSING, ETC.
7371	SERVICES-COMPUTER PROGRAMMING SERVICES
7372	SERVICES-PREPACKAGED SOFTWARE
7373-7373	COMPUTER INTEGRATED SYSTEMS DESIGN
7374-7374	SERVICES - COMPUTER PROCESSING, DATA PREP
7375-7375	SERVICES - INFORMATION RETRIEVAL SERVICES
7376-7376	SERVICES - COMPUTER FACILITIES MANAGEMENT SERVICE
7377-7377	SERVICES - COMPUTER RENTAL AND LEASING
7378-7378	SERVICES - COMPUTER MAINTANENCE AND REPAIR
7379-7379	SERVICES - COMPUTER RELATED SERVICES
7391-7391	SERVICES - R&D LABS
8730-8734	SERVICES - RESERARCH, DEVELOPMENT, TESTING LABS
8731	SERVICES-COMMERCIAL PHYSICAL & BIOLOGICAL RESEARCH
8734	SERVICES-TESTING LABORATORIES

4800-4899	
4812	RADIOTELEPHONE COMMUNICATIONS
4813	TELEPHONE COMMUNICATIONS (NO RADIOTELEPHONE)
4822	TELEGRAPH & OTHER MESSAGE COMMUNICATIONS
4832	RADIO BROADCASTING STATIONS
4833	TELEVISION BROADCASTING STATIONS
4841	CABLE & OTHER PAY TELEVISION SERVICES
4899	COMMUNICATIONS SERVICES, NEC

4 HltH	Healthcare, Medical Equipment, and Drugs
2830-2839	
2833	MEDICINAL CHEMICALS & BOTANICAL PRODUCTS
2834	PHARMACEUTICAL PREPARATIONS
2835	IN VITRO & IN VIVO DIAGNOSTIC SUBSTANCES
2836	BIOLOGICAL PRODUCTS, (NO DISGNOSTIC SUBSTANCES)
3693-3693	X-RAY, ELECTROMEDICAL & ELECTROTHERAPEUTICS EQUIPMENTS
3840-3859	
3841	SURGICAL & MEDICAL INSTRUMENTS & APPARATUS
3842	ORTHOPEDIC, PROSTHETIC & SURGICAL APPLIANCES & SUPPLIES
3843	DENTAL EQUIPMENT & SUPPLIES
3844	X-RAY APPARATUS & TUBES & RELATED IRRADIATION APPARATUS
3845	ELECTROMEDICAL & ELECTROTHERAPEUTIC APPARATUS
3851	OPHTHALMIC GOODS
8000-8099	
8000	SERVICES-HEALTH SERVICES
8011	SERVICES-OFFICES & CLINICS OF DOCTORS OF MEDICINE
8050	SERVICES-NURSING & PERSONAL CARE FACILITIES
8051	SERVICES-SKILLED NURSING CARE FACILITIES
8060	SERVICES-HOSPITALS
8062	SERVICES-GENERAL MEDICAL & SURGICAL HOSPITALS, NEC
8071	SERVICES-MEDICAL LABORATORIES
8082	SERVICES-HOME HEALTH CARE SERVICES
8090	SERVICES-MISC HEALTH & ALLIED SERVICES, NEC
8093	SERVICES-SPECIALTY OUTPATIENT FACILITIES, NEC

5 Other	Other -- Mines, Constr, BldMt, Trans, Hotels, Bus Serv, Entertainment, Finance
1241	COAL MINING SERVICES
3200	STONE, CLAY, GLASS, AND CONCRETE PRODUCTS
50-51	WHOLESALE TRADE
1000	METAL MINING
3483	AMMUNITION, EXCEPT FOR SMALL ARMS
1221	BITUMINOUS COAL AND LIGNITE SURFACE MINING
1222	BITUMINOUS COAL UNDERGROUND MINING

1231	ANTHRACITE MINING
3700	TRANSPORTATION EQUIPMENT
1400	MINING AND QUARRYING OF NONMETALLIC MINERALS, EXCEPT FUELS
3535	CONVEYORS AND CONVEYING EQUIPMENT
1041	GOLD ORES
2893	PRINTING INK
1081	METAL MINING SERVICES
1481	NONMETALLIC MINERALS SERVICES, EXCEPT FUELS
2812	ALKALIES AND CHLORINE
2819	INDUSTRIAL INORGANIC CHEMICALS, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
2851	PAINTS, VARNISHES, LACQUERS, ENAMELS, AND ALLIED PRODUCTS
2865	CYCLIC ORGANIC CRUDES AND INTERMEDIATES, AND ORGANIC DYES AND PIGMENTS
3531	CONSTRUCTION MACHINERY AND EQUIPMENT
7353	HEAVY CONSTRUCTION EQUIPMENT RENTAL AND LEASING
15-17	CONSTRUCTION
3530	CONSTRUCTION, MINING, AND MATERIALS HANDLING
1442	CONSTRUCTION SAND AND GRAVEL
1700	CONSTRUCTION SPECIAL TRADE CONTRACTORS
5039	CONSTRUCTION MATERIALS, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
5082	CONSTRUCTION AND MINING (EXCEPT PETROLEUM) MACHINERY AND EQUIPMENT
2241	NARROW FABRIC AND OTHER SMALLWARES MILLS: COTTON, WOOL, SILK, AND MANMADE FIBER
3944	GAMES, TOYS, AND CHILDREN'S VEHICLES, EXCEPT DOLLS AND BICYCLES
5713	FLOOR COVERING STORES
2400	LUMBER AND WOOD PRODUCTS, EXCEPT FURNITURE
3441	FABRICATED STRUCTURAL METAL
3444	SHEET METAL WORK
3462	IRON AND STEEL FORGINGS
3500	INDUSTRIAL AND COMMERCIAL MACHINERY AND COMPUTER EQUIPMENT
3532	MINING MACHINERY AND EQUIPMENT, EXCEPT OIL AND GAS FIELD MACHINERY AND EQUIPMENT
6162	MORTGAGE BANKERS AND LOAN CORRESPONDENTS
7349	BUILDING CLEANING AND MAINTENANCE SERVICES, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
40-49	TRANSPORTATION AND PUBLIC UTILITIES
4500	TRANSPORTATION BY AIR
4700	TRANSPORTATION SERVICES
4789	TRANSPORTATION SERVICES NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
5088	TRANSPORTATION EQUIPMENT AND SUPPLIES, EXCEPT MOTOR VEHICLES
3700	TRANSPORTATION EQUIPMENT
3799	TRANSPORTATION EQUIPMENT NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
8742	MANAGEMENT CONSULTING SERVICES
7389	BUSINESS SERVICES, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
1522	GENERAL CONTRACTORS-RESIDENTIAL BUILDINGS, OTHER THAN SINGLE-FAMILY
7999	AMUSEMENT AND RECREATION SERVICES, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED

7011	HOTELS AND MOTELS
7000	HOTELS, ROOMING HOUSES, CAMPS, AND OTHER LODGING PLACES
7010	HOTELS AND MOTELS
3262	VITREOUS CHINA TABLE AND KITCHEN ARTICLES
7041	ORGANIZATION HOTELS AND LODGING HOUSES, ON MEMBERSHIP BASIS
6513	OPERATORS OF APARTMENT BUILDINGS
2066	CHOCOLATE AND COCOA PRODUCTS
7040	ORGANIZATION HOTELS AND LODGING HOUSES, ON MEMBERSHIP BASIS
4131	INTERCITY AND RURAL BUS TRANSPORTATION
4142	BUS CHARTER SERVICE, EXCEPT LOCAL
7373	COMPUTER INTEGRATED SYSTEMS DESIGN
3822	AUTOMATIC CONTROLS FOR REGULATING RESIDENTIAL AND COMMERCIAL ENVIRONMENTS AND APPLIANCES
7374	COMPUTER PROCESSING AND DATA PREPARATION AND PROCESSING SERVICES
3823	INDUSTRIAL INSTRUMENTS FOR MEASUREMENT, DISPLAY, AND CONTROL OF PROCESS VARIABLES; AND RELATED PRODUCTS
7375	INFORMATION RETRIEVAL SERVICES
7376	COMPUTER FACILITIES MANAGEMENT SERVICES
3825	INSTRUMENTS FOR MEASURING AND TESTING OF ELECTRICITY AND ELECTRICAL SIGNALS
7377	COMPUTER RENTAL AND LEASING
40-49	TRANSPORTATION & PUBLIC UTILITIES
7379	COMPUTER RELATED SERVICES, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
52-59	RETAIL TRADE
3829	MEASURING AND CONTROLLING DEVICES, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
5331	VARIETY STORES
7929	BANDS, ORCHESTRAS, ACTORS, AND OTHER ENTERTAINERS AND ENTERTAINMENT GROUPS
7999	AMUSEMENT AND RECREATION SERVICES, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
7372	PREPACKAGED SOFTWARE
7900	AMUSEMENT AND RECREATION SERVICES
3651	HOUSEHOLD AUDIO AND VIDEO EQUIPMENT
7819	SERVICES ALLIED TO MOTION PICTURE PRODUCTION
8742	MANAGEMENT CONSULTING SERVICES
7513	TRUCK RENTAL AND LEASING WITHOUT DRIVERS
7515	PASSENGER CAR LEASING
6141	PERSONAL CREDIT INSTITUTIONS
6159	MISCELLANEOUS BUSINESS CREDIT INSTITUTIONS
60-67	FINANCE, INSURANCE, REAL ESTATE
6061	CREDIT UNIONS, FEDERALLY CHARTERED
6062	CREDIT UNIONS, NOT FEDERALLY CHARTERED
9531	ADMINISTRATION OF HOUSING PROGRAMS
7352	MEDICAL EQUIPMENT RENTAL AND LEASING
7353	HEAVY CONSTRUCTION EQUIPMENT RENTAL AND LEASING
7359	EQUIPMENT RENTAL AND LEASING, NOT ELSEWHERE CLASSIFIED
9100	EXECUTIVE, LEGISLATIVE, AND GENERAL GOVERNMENT, EXCEPT FINANCE

6081	BRANCHES AND AGENCIES OF FOREIGN BANKS
9300	PUBLIC FINANCE, TAXATION, AND MONETARY POLICY
8221	COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS
9310	PUBLIC FINANCE, TAXATION, AND MONETARY POLICY
9311	PUBLIC FINANCE, TAXATION, AND MONETARY POLICY

Codici Matlab utilizzati – Quarto capitolo

Per svolgere l'analisi si è utilizzato un pacchetto reperibile online al seguente indirizzo:

<http://ssrn.com/abstract=1714016> .

Ringraziamenti

Nel concludere questo ciclo di studi mi sento in dovere di ringraziare sia le persone che mi hanno aiutato durante il periodo di stesura della tesi, che quelle che mi sono state vicine e mi hanno aiutato in questi cinque anni di università.

Innanzitutto ci tengo a ringraziare la professoressa Billio, che mi è stata d'aiuto ancora prima che fossi iscritto a Venezia, che mi ha poi assegnato un tema molto interessante da approfondire nella tesi e in cui mi ha seguito con molta attenzione e pazienza.

Ringrazio anche il Dottor Frattarolo, che mi ha aiutato nella parte di programmazione con Matlab e che mi è stato di supporto nei momenti in cui non riuscivo a proseguire la mia analisi: senza questo prezioso aiuto indubbiamente non sarei stato in grado di ottenere molti dei risultati che ho riportato nella mia tesi.

Grazie a tutti gli amici di Venezia e a quelli di Pordenone, ai compagni di corso, e a tutte le persone che si sono dimostrate essere vicine nei momenti del bisogno.

Un ringraziamento va anche ai coinquilini Matteo, Sara e Giulia, con i quali ho trascorso l'ultimo anno a Venezia, nonché il più difficile e importante: assieme a voi ho affrontato gli ultimi impegni universitari e ho passato momenti indimenticabili.

Ringrazio anche la mia ragazza, Giulia, che mi ha aiutato a trovare la serenità necessaria nell'affrontare questo impegnativo compito che è la tesi, e che mi è stata vicina in quest'ultimo anno nei momenti in cui mi sentivo smarrito.

Un particolare ringraziamento va alla mia famiglia: grazie a mio fratello, Pietro, senza il quale non avrei avuto un esempio da seguire e imitare e senza il quale non sarei stato invogliato a dare il massimo nel mio percorso di studi. Grazie infine ai miei genitori, che mi hanno dato senza dubbio l'aiuto più importante standomi vicino da sempre, e permettendomi di studiare lontano casa per tutti e cinque gli anni: senza di loro non avrei potuto vivere le esperienze che ho vissuto, né tantomeno conoscere le persone speciali che ho conosciuto durante questi cinque anni tra Udine e Venezia.